BnF Gallica

Revue scientifique

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

BnF Gallica

. Revue scientifique. 1927.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :
- La réutilisation non commerciale de ces contenus ou dans le cadre d'une publication académique ou scientifique est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source des contenus telle que précisée ci-après : « Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France » ou « Source gallica.bnf.fr / BnF ».
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service ou toute autre réutilisation des contenus générant directement des revenus : publication vendue (à l'exception des ouvrages académiques ou scientifiques), une exposition, une production audiovisuelle, un service ou un produit payant, un support à vocation promotionnelle etc.

CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter **utilisation.commerciale@bnf.fr**.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

AVEC 324 FIGURES INTERCALEES DANS LE TEXTE

65e ANNÉE

Du 1er Janvier au 31 Décembre 1927

ARCHIGYMNASII
BIBLIOTHECA
ANNULÉ

PARIS

BUREAUX DE LA *REVUE POLITIQUE ET LITTÉRAIRE* (*REVUE BLEUE*)
ET DE LA *REVUE SCIENTIFIQUE*
286, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 286

1927

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

P. et A. DAVY, IMPRIMEURS
IMP. DE LA REVUE BLEUE ET DE LA REVUE SCIENTIFIQUE
52, rue Madame, Paris (6e)

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 1 — 65e ANNÉE — 8 JANVIER 1927

L'ÉNIGME DE LA SCIENCE MODERNE ET SA CLEF

On sait quels étonnements a provoqués la *Physique du discontinu*, quel désarroi cette nouvelle orientation du savoir scientifique a jeté dans les habitudes de pensée laborieusement fixées par des générations de savants et de logiciens. Les sciences physiques d'ailleurs n'étaient pas seules à « s'arithmétiser » : les sciences mathématiques, à mesure que l'analyse de leurs fondements croissait en profondeur et en précision, étaient irrésistiblement ramenées, elles aussi, au Nombre entier.

Or, cette double évolution parallèle (qui avait vivement frappé des esprits aussi pénétrants que H. Poincaré), bien loin d'accroître l'obscurité de l'énigme, contribue au contraire à en fournir la clef. Elle donne en même temps le mot de cette autre énigme, plus fondamentale encore, puisque sur elle repose toute notre science : la possibilité d'une traduction mathématique des phénomènes réels.

Cette évolution simultanée, vers la double prédominance logique et physique du nombre entier dans la science, prouve seulement, en effet : 1° que le mécanisme de l'Univers est régi par un *principe de simplicité relative maximum*, jouant de proche en proche entre les caractéristiques métriques homologues des phénomènes ; 2° que les sens et les facultés de l'homme, initialement *accordés*, par constitution, à ce mécanisme naturel, ont progressivement *perfectionné* cet accord ; et que le mode d'activité dans lequel ce perfectionnement atteint le degré le plus élevé est la méthode scientifique. Cette orientation décisive établit, en même temps, l'unité profonde de cette méthode, et achève de nous éclairer sur son mécanisme (1).

LE PRINCIPE DE SIMPLICITÉ. — Il n'est pas de principe intuitif auquel la science ait fait un appel plus systématique que le « principe de simplicité ». La science grecque l'invoquait expressément. A l'époque moderne de nombreux savants, et non des moindres (H. Poincaré, MM. E. Picard, J. Boussinesq, E. Borel) ont reconnu le rôle décisif qu'il joue encore dans la science. Les réserves qu'on a pu faire sur la validité de ce principe tiennent seulement au fait qu'il n'a jamais été énoncé avec précision. Or, dans la science, « l'autorité des connaissances instinctives doit toujours le céder finalement à celle des principes clairement posés et intentionnellement observés ». (E. Mach.).

QU'EST-CE QUE LE « SIMPLE » ? — Il faut éviter de confondre le *simple* avec le *connu*. L'ac-

(1) On esquissera seulement ici la démonstration de cette thèse. Elle a été établie sommairement, dans un article publié par la Revue Générale des Sciences (30 mars 1923); puis dans un mémoire imprimé, présenté le 19 juillet 1926 à l'Académie des Sciences, le 31 juillet à l'Académie des Sciences morales et politiques. Elle sera développée tout au long dans un ouvrage sur « Les fondements réels des mathématiques et les fondements mathématiques du réel ». (En attendant la publication de cet ouvrage, les lecteurs que cete question intéressait pourront se procurer, aux Bureaux de la Revue, le mémoire imprimé dont il est fait mention ci-dessus). En ce qui concerne la méthode scientifique, nous avons eu l'occasion d'établir son unité et d'analyser son mécanisme dans un ouvrage sur « La méthode générale des sciences pures et appliquées » (Gauthier-Villars, 1924).

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

coutumance nous fait considérer comme simples des objets ou des idées qui s'avèrent plus tard *composés* d'un grand nombre d'éléments, unis eux-mêmes par des relations plus ou moins *complexes*. On doit considérer, avec Descartes, comme notions simples : « celles dont la connaissance est si claire et si distincte, que l'esprit ne les puisse *diviser* en un plus grand nombre dont la connaissance soit encore plus distincte ».

La science, par l'analyse, cherche à mettre en évidence le simple sous le composé. Elle considère qu'elle a atteint les éléments *les plus simples* possible, lorsque ceux-ci se retrouvent, *identiquement*, dans la constitution du *plus grand nombre* de systèmes possible. Dans la science donc, *simplicité* va obligatoirement de pair avec généralité, unité, *constance* (1). Et ce que la science cherche à retrouver ainsi d'*invariable*, sous les apparences les plus diverses, ce sont non seulement les *éléments* constitutifs des systèmes, mais aussi le *mécanisme* suivant lequel ces éléments s'associent.

Dans l'ordre physico-chimique, la science, on va le montrer, a procédé en définitive de la manière suivante : d'un côté les mathématiques *construisaient* (à partir des éléments conceptuels *les plus simples*, associés de proche en proche suivant le mécanisme lui-même *le plus simple et le plus constant*) des « êtres de raison » logiquement ordonnés. D'un autre côté, les sciences physico-chimiques s'efforçaient, inversement, de *décomposer* les phénomènes sensibles en éléments aussi simples, aussi identiques que possible, associés suivant des lois qui devaient elles-mêmes se ramener au plus petit nombre possible d'entre elles. Et la traduction mathématique de ces phénomènes consistait, en fait, à chercher les *correspondances* qui se manifestaient, entre les êtres de raison ainsi construits d'une part, et les stades successivement atteints d'autre part dans cette dissociation des phénomènes sensibles. Le succès d'une telle entreprise supposait l'identité profonde des deux processus : la *concordance* entre le mécanisme physique suivant lequel les éléments naturels s'associent en systèmes stables, et le mécanisme logique par lequel l'esprit engendre les concepts mathématiques.

Ce mécanisme commun, on va le montrer, n'est autre qu'un *principe de simplicité relative maximum* jouant de proche en proche, dans le raisonnement pour l'ordre mathématique, dans l'espace et dans le temps pour l'ordre physique.

L'ordre mathématique. — Ainsi que l'a établi J. Tannery, dans son « Introduction à la théorie des fonctions d'une variable », « on peut constituer entièrement l'analyse avec la notion de nombre entier et les notions relatives à l'addition des nombres entiers ; il est inutile de faire appel à aucun autre postulat, à aucune autre donnée de l'expérience ».

Comment sont engendrés les nombres entiers ? On part de l'unité, ou élément conceptuel le plus simple possible : individu abstrait, dépouillé de tout attribut qualitatif. L'unité, et une autre unité identique, forment le système composé le plus simple relativement : le nombre deux. De proche en proche, on obtient ainsi tous les nombres entiers, qui n'apparaissent plus que comme des *degrés successifs dans la composition*.

Cette « composition » elle-même est obtenue par le mode opératoire *le plus simple* : l'addition, attribut caractéristique du nombre ou de la grandeur, — simple *faculté d'adjonction du même au même*. On passe ensuite des nombres entiers aux nombres rationnels, engendrés, à partir des premiers, par des opérations qui sont déduites elles-mêmes, par le mode opératoire *le plus simple*, de celle qui engendre les nombres entiers : l'addition. Et ces nombres rationnels forment un « ensemble énumérable », dans lequel la simplicité relative coïncide, ici encore, avec l'ordre. Ce qui revient à dire qu'un tel nombre est « regardé comme d'autant plus simple qu'il est plus bref de le définir à partir de l'unité (1) ».

Puis viennent les nombres irrationnels, par une nouvelle extension basée sur le même mécanisme de simplicité relative maximum ; et conçue de telle manière que les opérations fondamentales sur les nombres entiers leur demeurent applicables. Ici encore un tel nombre « sera regardé comme d'autant plus simple que sa définition, à partir de l'unité, ou ce qui revient au même à partir des nombres rationnels, exigera moins de mots ». (E. Borel, *ibid.*). Ces « mots » représentent au reste, soit des nombres rationnels, soit des opérations ou des résumés d'opérations sur ces nombres.

Finalement les extensions successives de la notion de *nombre* ne sont que le développement progressif, par voie de *simplicité relative maximum*, de proche en proche, de la notion de *rapport numérique* entre deux collections (l'une

(1) Cf. E. Mach : « L'acquisition de cette faculté de reconnaître dans la complication des phénomènes ces éléments toujours semblables, conduit à une conception des faits synoptique, unitaire, logique et facile. Si l'on est arrivé à discerner partout un petit nombre d'éléments simples, toujours les mêmes, ceux-ci nous apparaissent comme des choses connues... plus rien d'étrange, de nouveau, de déconcertant ne nous apparaît dans les phénomènes... ils sont *expliqués*. » (*La Mécanique*, traduction E. Bertrand, Introduction § 5).

(1) E. Borel. Le continu mathématique et le continu physique. *Rivista di Scienza*, 1909.

d'elles pouvant se réduire à l'unité), ou de *rapport métrique* entre deux grandeurs..

Mais dans ces extensions mêmes, on l'a vu, naît et se développe la notion d'*opération*, ou celle de *fonction* (1). Or, une analyse approfondie montre que, tout comme pour la notion de nombre ou de grandeur, les stades logiques successifs de la notion de fonction, et les extensions de cette notion, sont le développement progressif, par le même mécanisme de *simplicité relative maximum*, appliqué de proche en proche, de la notion de *rapport opératoire* entre deux « ensembles » de nombres ou de grandeurs (2). Ainsi la simplicité *fonctionnelle* se greffe dès l'origine sur la simplicité numérique ou métrique pure, puis la prolonge.

Dans cette formation du nombre et l'étude de ses propriétés, l'Arithmétique fait abstraction de toute *qualité*. L'Analyse introduit progressivement, dans la quantité pure, un attribut important de la qualité : *la continuité* (3). La Géométrie est la première *application* de la science des nombres (ainsi étendue à la mesure des grandeurs) à un domaine ou s'introduit la qualité. Celle-ci s'y introduit, il est vrai, sous la forme *la plus simple* : les propriétés de l'espace. Dans ce domaine, purement conceptuel encore, le critérium de simplicité maximum joue encore, on le sait, un rôle décisif (Cf. H. Poincaré). Et cette première « application » de la science des nombres va servir naturellement de *modèle* aux applications de ladite science à des domaines qualitatifs de plus en plus riches, de plus en plus proches, en même temps, des réalités sensibles : ainsi sont nées la Mécanique rationnelle, la Mécanique céleste, et les grands chapitres de la Physique mathématique : théorie mathématique de la lumière, de la chaleur, de l'électricité, etc.

L'ORDRE PHYSICO-CHIMIQUE. — On sait qu'avec fruit, en tout domaine, « l'instinct de simplicité... devance l'expérience ». (H. Poincaré). Nombreux sont les savants qui ont invoqué le principe de simplicité comme guide de leurs recherches, ou comme justification des résultats obtenus : Copernic, Galilée, Huyghens, Fourier, Laplace, Avogadro, Herschel, et tant d'autres. Les lois fondamentales de Newton, Coulomb, Ampère, Planck, Einstein, le principe de moindre action, correspondent à la condition de simplicité maximum (1).

Il s'agit, dans ce qui précède, de la simplicité *fonctionnelle* dans l'expression mathématique des lois de la nature. Or, l'évolution moderne de la Physique prouve, qu'à mesure que l'analyse croît en profondeur et en précision, cette simplicité *fonctionnelle* se résout finalement en simplicité *métrique* ou *numérique* pure. Les progrès rapides de la « Physique du discontinu » ne signifient *pas autre chose*. La tendance universelle à *l'atomisation* ou à la *quantification* de la matière et de l'énergie, que révèle aujourd'hui la science, établit en effet, simplement, le rôle privilégié du *nombre entier* dans la structure des systèmes stables, et dans le mécanisme de leurs transformations. Or qui dit nombres entiers (et nombres entiers petits, ou rangés naturellement dans l'ordre de la numération) dit tout uniment : simplicité métrique maximum. — Cette évolution de la Physique reproduit donc bien, simplement inversé, le processus logique suivant lequel la construction mathématique se révèle, *a posteriori*, comme s'étant elle-même articulée.

CONCLUSIONS. — La science a toujours cherché à « expliquer du visible compliqué par de l'invisible simple » (J. Perrin). Mais ce critérium de simplicité, tant qu'il se bornait à une intuition diffuse régissant indistinctement l'invention mathématique et la découverte physico-chimique, demeurait « vague », « hypothétique » (M. E. Picard). L'analyse qu'on a seulement esquissée ici permet de mettre en évidence le rôle exact de ce principe universel, dans la nature et dans l'esprit humain parallèlement : le mécanisme *progressif*, par lequel s'y engendrent, respectivement, les systèmes physico-chimiques et les « formes » mathématiques qui leur correspondent.

---

(1) « Toute façon d'opérer sur les nombres, qui reste la même quels que soient ces nombres, définit une *fonction* ». (J. Tannery).

(2) Ce n'est pas bien entendu dans l'ordre *historique* que le criterium a ainsi joué de proche en proche : car la genèse progressive des concepts mathématiques fut en grande partie intuitive et discontinue : c'est dans l'ordre *logique*, lorsque *ordonne a posteriori* l'ensemble de ces « formes » ou concepts successivement découverts ou construits par l'esprit humain que se revèle la nature de leur mécanisme de liaison ou de génération mutuelle : mécanisme de *composition* suivant une loi invariable de *simplicité relative maximum*, jouant de proche en proche dans l'ordre logique ainsi reconstitué.

(3) « Les extensions successives de l'idée de nombre ont eu pour but la parfaite adaptation du nombre à la grandeur continue ». (J. Tannery). Les pythagoriciens n'ont pas su voir qu'en mathématiques la simplicité *numérique pure* (sur laquelle reposait implicitement leur doctrine) doit progressivement se muer en simplicité *fonctionnelle;* pour rejoindre finalement la simplicité *qualitative* (laquelle se manifeste seule, à l'origine, dans les phénomènes directement perçus), et servir ainsi d'instrument à l'élaboration d'une science quantitative du réel. Aussi leur thèse simpliste a-t-elle échoué au point critique de cette transformation progressive : le nombre irrationnel.

(1) Cf. J. Bertrand pour la loi de Newton et de Coulomb; Poincaré et Ehrenfest pour la loi de Planck; Einstein lui-même pour sa loi de la gravitation généralisée; M. J. Boussinesq pour le principe de moindre action, pour les découvertes de Fermat, de Fresnel, etc.

Cette analyse montre en quel sens les pythagoriciens étaient fondés à affirmer que « les choses sont nombre ». Elle établit en même temps que notre monde est, sinon « le meilleur des mondes possibles », du moins *le plus simple des mondes possibles* : celui qui finalement, pour un degré de synthèse ou de *composition* donné, offre le MAXIMUM *d'unité* dans les éléments, de *simplicité relative* dans leur mode de dépendance et d'association.

Et il ne s'agit pas là d'une conception « simpliste ». Si les phénomènes directement perçus nous paraissent souvent fort complexes, c'est que nos sens et nos facultés *superposent* un grand nombre d'enchaînements élémentaires, qui n'ont souvent d'autres liens que de se dérouler dans la même tranche de l'espace et du temps. La science s'est toujours efforcée de *séparer* ces enchaînements, pour éliminer les effets de la perspective humaine. Il en résulte que *le fait scientifique* seul obéit, et *de plus en plus rigoureusement* à mesure que la science progresse, au principe de *simplicité relative maximum* sous sa force *métrico-fonctionnelle* pure. Le *fait brut* au contraire : le fait à l'échelle humaine ne saurait vérifier le principe de simplicité que d'une manière *approximative*, et en grande partie *qualitative*.

Ainsi que cela arrive si souvent, la science a donc mis en œuvre, instinctivement, ce principe fondamental, longtemps avant qu'il ne fût énoncé. En le formulant expressément, et en développant logiquement toutes ses déductions, on arrive à résoudre ce qu'on a pu appeler l' « énigme de la Physique moderne » ; et à discerner avec précision les rôles respectifs du *continu* et du *discontinu* dans la nature et dans la science. On voit aussi s'éclairer tout le domaine de la science : on voit notamment *pourquoi* (suivant la conception qu'Hermite renouvelait de Pythagore et de Platon) le monde mathématique et le monde réel « ne semblent distincts qu'à cause de la faiblesse de notre esprit ; et ne sont pour une pensée plus puissante qu'une seule et même chose ». Comme on voit nettement se dessiner le but qu'à juste titre Descartes assignait en ces termes à la science : « Toute science humaine consiste seulement à voir distinctement *comment* les natures simples concourent ensemble à la *composition* des autres choses ».

ANDRÉ LAMOUCHE,

Ingénieur en Chef de la Marine.

LE SIÈCLE DE L'ALUMINIUM

LE PRODUIT INTÉGRALEMENT NATIONAL.

L'hymne à la production a été entonné par des voix particulièrement autorisées et nul ne met en doute qu'une activité productrice intensifiée ne soit pour notre devise nationale meurtrie, et anémiée par la guerre, un tonique des plus efficaces.

Après la conception, l'œuvre de production avant d'aboutir à la réalisation parcourt de nombreuses étapes au cours desquelles la main-d'œuvre extrait les matières premières, les élabore, les traite, les transforme, les usine.

Le produit sera intégralement national si naissant, se développant et s'achevant sur notre sol national, il s'alimente exclusivement au cours de ces différents stades de notre substance nationale. Par son abondance, il devra d'abord satisfaire à tous les besoins intérieurs du pays. Cette satisfaction indispensable donnée, le surcroît sera livré à l'exportation. Cette exportation sera d'autant plus rémunératrice qu'elle s'accomplira après achèvement complet du produit et non au cours d'un de ses stades de transformation.

Dans ces conditions, elle apportera à notre devise nationale le plus énergique stimulant.

En cas de crise monétaire, le dumping du change ne procure qu'un stimulant artificiel et passager, si les stocks nationaux s'épuisent ou si la substance nationale s'appauvrit à ce point que des importations payables en monnaie-or deviennent indispensables pour les réapprovisionner en matières premières. Le résultat du dumping du change se traduit alors par une vente de travail national à un taux moindre que celui de l'achat du travail étranger.

En résumé, l'idéal est le suivant : Produit national de nécessité mondiale alimenté au cours de ses différents stades par une substance exclusivement nationale, quasi inépuisable, et transformé par la main-d'œuvre nationale.

Dans ces conditions, satisfaction intégrale donnée aux besoins nationaux, puis exportation en fin d'achèvement complet du stade de production, ceci au moment où le travail national s'est exercé dans son intégralité absolue.

*
* *

Si nous explorons de vaste domaine métallurgique, nous verrons que les produits remplissant ces conditions sont rares. Nous en déduisons logiquement que ceux qui présentent ce ca-

ractère d'une façon aussi rapprochée que possible, doivent être l'objet de notre plus grande sollicitude.

Le métal type de caractère intégralement national est sans contredit l'aluminium, qui à tous ses stades de la production est alimenté exclusivement par notre substance nationale.

Dans une premier stade, la *bauxite* française, matière première, sert à fabriquer *l'alumine* en utilisant comme combustible les lignites voisines, et dans un deuxième stade l'alumine produit intermédiaire sert à fabriquer l'aluminium produit final en utilisant cette magnifique source d'énergie constituée par la houille blanche de nos Alpes françaises. C'est notre Provence qui se charge du premier stade, laissant au Dauphiné et à la Savoie le soin de parachever l'œuvre commencée par elle.

***

L'ÉVOLUTION DE L'ALUMINIUM DANS L'ÉCONOMIE NATIONALE

Les besoins en aluminium sont devenus tellement impérieux dans tous les pays, que la production *mondiale* est finalement déficitaire.

Voilà un point qui demande explication. Comment l'aluminium considéré de 1855 environ, jusqu'au début du présent siècle comme un métal d'intérêt médiocre, « métal de déception », disait-on alors, comment cet aluminium est-il devenu presque subitement un métal d'intérêt primordial ? Comment ce métal, qui trouvait difficilement preneur sur les marchés européens, est-il devenu l'objet de demandes si pressantes que l'industrie mondiale n'arrive pas à

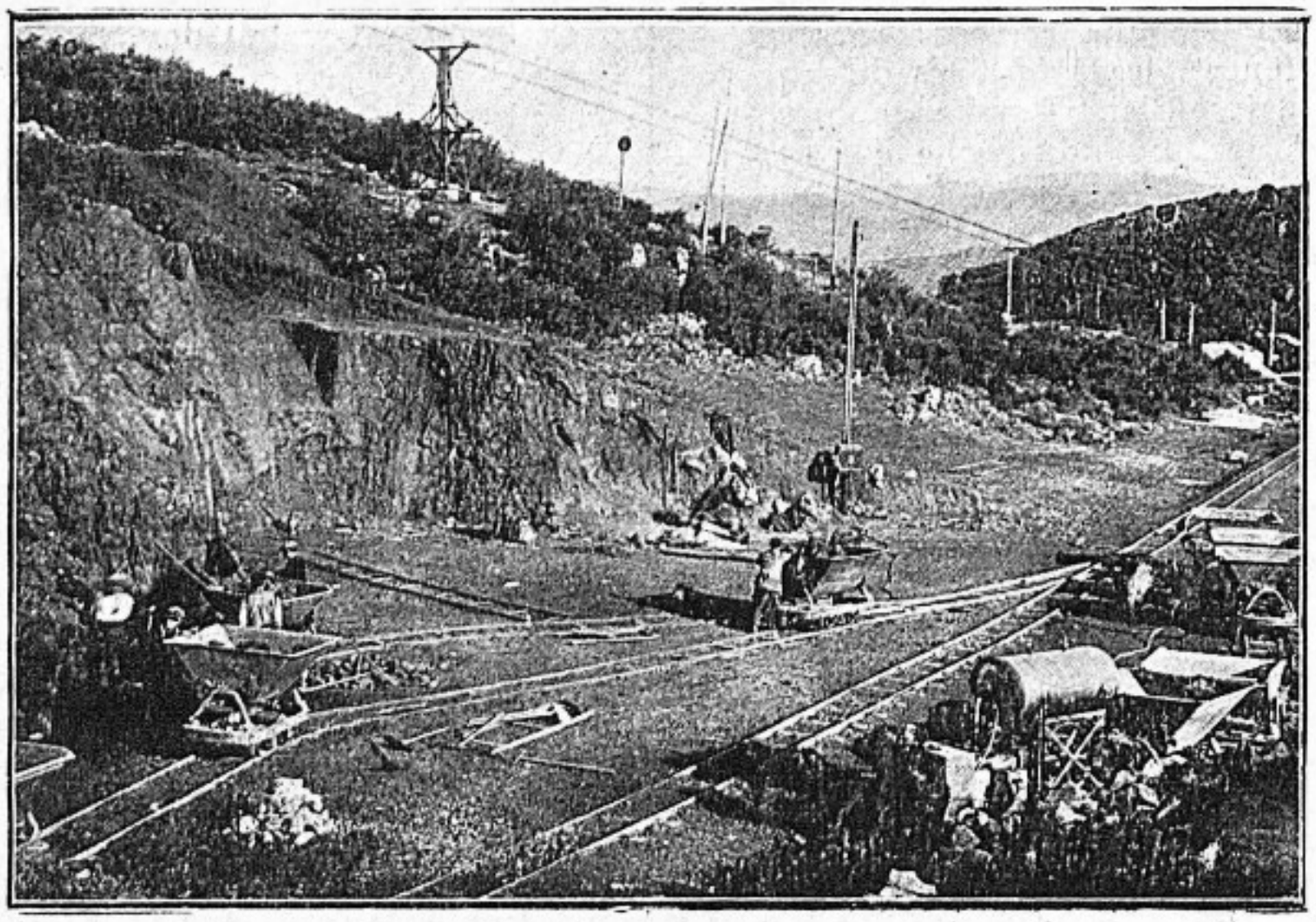


Fig. 1. — Exploitation d'une carrière de Bauxite

Nous allons d'abord montrer que l'aluminium correspond aujourd'hui à une grande nécessité nationale et à des besoins mondiaux, et ce sera notre premier chapitre.

Nous situerons dans le monde, et plus particulièrement en France, les gisements de bauxite d'aluminium, leur importance respective, leur exploitation et leur utilisation pour la fabrication de l'aluminium, et ce sera notre deuxième chapitre

Dans notre troisième chapitre, nous exposerons la politique industrielle et nationale qui nous semble la plus judicieuse.

De ces différents exposés, nous tirerons les conclusions nécessaires.

les satisfaire ? Quels sont les besoins si intenses qui ont donné lieu à des demandes industrielles si nombreuses qu'elles rendent déficitaires les offres de producteurs ? C'est ce que nous croyons utile d'examiner.

A ce sujet, un rapide historique paraît nécessaire.

En 1827, Wöhler produisait une poudre grise d'aluminium en traitant le chlorure d'aluminium par le potassium. L'état pulvérulent exclusif de toute application était dû à la présence d'impuretés, le silicium, le potassium et le chlorure d'aluminium.

La méthode chimique de Wöhler fut reprise en 1854 par Sainte-Claire-Deville.

Ce grand savant modifia fort heureusement la méthode de Wöhler, tout en demandant encore à la chimie et non à l'électro-métallurgie, trop coûteuse à cette époque, un nouveau procédé de fabrication. Le sodium, beaucoup moins cher que le potassium, remplaçait ce dernier métal. Le chlorure double de sodium et d'aluminium était substitué en chlorure simple d'aluminium pour des raisons de stabilité. Enfin, les propriétés de la cryolithe, ou fluorure double de sodium et d'aluminium provenant du Groenland étaient mises en évidence par Sainte-Claire-Deville. Il montra que cette cryolithe fondue était un remarquable solvant de l'alumine. Additionnée aux produits précédents, cette cryolithe débarrassait l'aluminium fabriqué des parcelles d'alumine qui nuisaient à l'emploi du métal, en empêchant particulièrement la soudure.

Après avoir fait connaître, en 1854, à l'Académie des Sciences, les propriétés du nouveau métal, Henri Sainte-Claire-Deville en entreprend une petite fabrication industrielle dans l'usine Morin, à Javel.

Le prix de revient en 1855 est de 300 francs le kilog. En 1857, pour une production intensifiée (il s'agit de 1 tonne par an) et pour une usine judicieusement placée relativement aux matières premières, ce savant estime que le prix de vente pouvait être d'environ 150 fr. le kilo.

La vraie méthode industrielle de la fabrication de l'aluminium, c'est-à-dire le procédé électrolytique fut trouvé par Paul Héroult, qui déposait le 23 avril 1886 une demande de brevet d'invention. Le procédé Héroult consistait à décomposer de l'alumine en dissolution dans un bain de cryolithe en fusion, par un courant électrique aboutissant au bain d'une part au moyen d'une électrode en contact avec le creuset en charbon aggloméré qui contient la cryolithe et d'autre part, au moyen d'une autre électrode en charbon aggloméré comme la première, plongeant dans le bain. Sous un courant de faible tension, l'alumine se décompose ; l'oxygène se rend à l'anode de charbon, qu'elle consume, et l'aluminium se dépose sur les parois du creuset, qui constitue la cathode.

Le procédé Héroult est appliqué en 1887 en Suisse, à l'Usine de Neuhausen, près de Schaffouse. Cette usine réalisant des bénéfices intéressants, demande à Froges un complément de production ; puis Héroult crée l'usine de La Praz, en 1893, et la vallée de la Maurienne va devenir *la vallée de l'aluminium*.

Cependant, l'aluminium, même après la belle invention d'Héroult, qui avait considérablement diminué les prix de revient, n'avait que des débouchés restreints. L'Exposition de 1900 avait vulgarisé les nouveaux procédés de fabrication et mis en évidence un certain nombre d'emplois de l'aluminium. Mais quelques échecs entravèrent le développement industriel du métal.

Ces échecs étaient dûs principalement au travail mécanique produisant un écrouissage préjudiciable à l'utilisation du métal tant que les effets de cet écrouissage n'étaient pas combattus par un traitement thermique approprié L'aluminium restait toujours le métal de déception.

Déception en 1894, lorsqu'on veut l'employer en fil pour la construction des lignes télégraphiques au Congo, et au Dahomey. En un mois le fil était désagrégé.

Déception en 1897, lorsqu'on veut lui donner un usage militaire en l'utilisant pour les ustensiles de campement dans le but d'alléger l'équipement du fantassin. Gamelles et marmites obtenues par emboutissage se désagrégeaient comme les fils télégraphiques et devenaient impropres à tout emploi.

L'aluminium restaït donc un métal d'importance secondaire particulièrement recommandable pour des pièces coulées, ne subissant que des efforts minimes, et pour lesquelles la légèreté était requise.

Il était impossible, cependant, qu'un métal si intéressant par sa légèreté restât confiné dans des emplois relativement secondaires.

Tout d'abord, les questions de conservation furent soumise à des études sérieuses et l'adoption de traitements appropriés après le travail mécanique remédièrent aux graves inconvénients qu'ont avait constatés.

Puis l'importante question de la soudure était judicieusement résolue.

Mais, de toute façon, l'aluminium présentait de faibles résistances et son emploi industriel ne pouvait devenir intéressant que lorsque des constituants additionnels auraient conféré à l'alliage dont il serait la base des caractéristiques plus élevées.

On peut dire que l'étude et la mise au point des alliages d'aluminium a ouvert à ce métal les plus brillantes destinées.

C'est en 1903 qu'est découvert par Alfred Wilm l'alliage léger à haute résistance dit « duralumin », qui contient 94 o/o d'aluminium, environ 4 o/o de cuivre et 0,5 de magnésium. Ces deux constituants lui donnent après trempe des propriétés analogues à celles de l'acier doux. La résistance coexiste avec la légéreté, et dès lors un champ nouveau d'application s'ouvre pour l'aluminium par la voie de ces alliages. Ce n'est guère que vers 1912 qu'ils sont industriellement mis au point.

Pendant ce temps, les alliages de moulage avaient été perfectionnés par l'addition de constituants appropriés. Ce sont les alliages de cuivre standardisés dans les proportions de 4 o/o, 8 o/o et 12 o/o de cuivre ; de plus, une foule d'autres alliages binaires et ternaires recevaient

la sanction de la pratique. Puis, c'est après la grande guerre, l'apparition de l'alliage de moulage à 13 o/o de silicium, dit « Alpax », qui permet dans une plus grande légèreté des propriétés mécaniques accrues.

La solution de la conservation est acquise, les caractéristiques de résistance sont considérablement augmentées par l'addition de constituants divers, et tout cela dans la légèreté. La voie aux nombreuses applications est ouverte.

Les besoins se font sentir dans tous les domaines de la façon la plus impérieuse. Ils ont eu pour résultat de rendre depuis 1923, la France, le grand pays de production de l'aluminium, importatrice de ce métal, alors qu'en 1922 elle était encore exportatrice.

Nous allons examiner successivement les domaines dans lesquels se manifestent ces besoins, à savoir :

Domaine de l'industrie électrique ;
Domaine de l'industrie de transport ;
Domaine de l'industrie alimentaire ;
Domaine de l'aéronautique.

Domaine de l'industrie électrique.

L'utilisation du *capital national* en électricité a été admirablement précisée dans la conférence que fit M. E. Dusaugey, ingénieur civil des Mines, le 23 mai 1921, à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale.

Ce capital national, c'est d'abord la *houille blanche*, les forces hydrauliques de nos fleuves et rivières qui fournissent l'énergie électrique. Mais il peut et doit être aussi l'élément constitutif du câble chargé de conduire et de distribuer cette énergie.

Un Comité d'Etudes institué dès 1918 au sein du Conseil supérieur du Ministère des Travaux Publics, a estimé dans son rapport que vers 1935 l'emploi intensifié de l'énergie hydraulique devait produire une économie annuelle de 5 millions de tonnes de houille, économie devant être portée à 9 millions de tonnes de houille par la substitution de centrales aux multiples foyers actuellement existants.

Une économie de 9 millions de tonnes de houille, dont nous sommes déficitaires pour une quantité variant entre 30 et 40 millions de tonnes, constitue de toute façon une opération particulièrement heureuse pour notre change.

Mais il faut transporter cette énergie qui sera utilisée par notre industrie et pour l'électrification de nos lignes de chemin de fer (Paris-Lyon-Méditerranée, Midi, Paris-Orléans) suivant le plan établi par le Comité du Conseil Supérieur des Travaux Publics, sous la présidence de M. Gabriel Cordier, l'actuel président du Conseil d'administration de la Compagnie P.-L.-M.

Monsieur Dusaugey estime que, dans la construction d'une ligne électrique, la dépense en métal conducteur du courant représente en moyenne le tiers de la dépense totale. Pour les travaux précités, y compris ceux d'électrification des trois compagnies, il faut envisager la mise en œuvre d'un tonnage de métal conducteur d'une valeur d'environ 3 milliards de francs-or.

Quel sera ce métal conducteur ? Il peut être le cuivre ou l'aluminium.

Le cuivre, c'est le métal officiel, le métal prototype pour l'électricien, et jusqu'en 1908 il règne en maître dans le domaine de l'électricité.

Les essais faits en France, en Allemagne et en Amérique montrent que l'aluminium possède des propriétés de conductibilité remarquables qui, jointes à sa légèreté spécifique, lui permettent de concurrencer le cuivre. Et c'est en 1919 que la Commission présidée par M. Legouez, président de l'Union des Syndicats d'Electricité, élabora un remarquable rapport qui constitue la charte de noblesse de l'aluminium en matière d'électricité.

Une tonne d'aluminium, substance nationale, remplacera deux tonnes de cuivre que nous serions obligés de faire venir à grands frais de l'étranger.

C'est sous la forme de câbles totalement en aluminium, ou plus souvent en câbles d'aluminium avec âme d'acier, deux produits nationaux, que le problème a été résolu. Et il a été résolu d'un façon particulièrement élégante, car l'avantage énorme de la nationalité n'a été contrebalancé par aucun sacrifice, aucune concession.

D'une façon absolue, le métal joue son rôle de la façon la plus satisfaisante. Et la meilleure preuve en est, qu'en Amérique, où le cuivre et l'aluminium sont l'un et l'autre des métaux nationaux et abondants, ne pouvant être rivaux que sur le terrain de l'utilisation la plus avantageuse, d'aluminium a été choisi comme conducteur par les plus grandes compagnies de transport d'énergie.

Une enquête très approfondie faite en Amérique, relatée dans la conférence de M. Dusaugey, conclut à l'équivalence technique des deux métaux, tant au point de vue de l'installation que de l'exploitation et à la supériorité très nette de l'aluminium armé pour les grandes portées et les hautes tensions.

La houille blanche fournissant l'énergie électrique et principal agent de l'élaboration du métal conducteur de cette énergie, voilà un ensemble assez séduisant pour qu'il soit adopté avec enthousiasme. C'est un énorme débouché pour l'aluminium, un besoin nouveau justifié par les considérations nationales les plus impérieuses.

Domaine de l'industrie des transports.

L'industrie des transports est entrée dans la voie de l'allègement de ses véhicules, automobiles, autobus, camions, tramways, chemins de fer. Cet allègement est un facteur d'économie. Il procure une diminution du poids mort et une augmentation de la vitesse. Aux pièces d'aluminium de moulage, tels que les carters de moteurs ont succédé en nombre considérable d'autres pièces en alliage léger d'aluminium à moyenne ou haute résistance.

D'après la *Revue de l'Aluminium* d'avril-mai 1924, pour la construction automobile, le poids d'aluminium entrant dans la composition d'une voiture a triplé dans l'espace de temps de 1920 à 1923. Le poids varierait, suivant les modèles, de 25 à 300 kilos. En admettant la modeste moyenne de 50 kilos par voiture, et si l'on observe qu'il a été construit en France 130.000 véhicules automobiles (sans compter les cyclecars et motocyclettes) on voit le tonnage élevé d'aluminium nécessaire dans cette branche de l'industrie des transports.

Même en tenant compte des périodes de crises industrielles qui se produisent à intervalles plus ou moins réguliers, on est obligé d'admettre que le nombre des voitures en circulation va en augmentant. C'est un besoin de notre époque. C'est encore un débouché très considérable de l'aluminium qui, métal national, ne pourra refuser son concours à une industrie nationale, comme celle de l'automobile.

Domaine de l'industrie alimentatre

La conquête de ce domaine par l'aluminium a été faite particulièrement en vue de l'utilisation de ce métal, alors que les besoins précédents ne s'étaient pas signalés d'une façon aussi intensive qu'aujourd'hui.

Il s'est tout d'abord agi de démontrer que les ustensiles en aluminium étaient susceptibles d'un emploi prolongé, sans désagrégation, et que de plus, à l'usage, aucune toxicité n'était à craindre. Conservation et innocuité de l'aluminium pour les usages alimentaires ont été établies d'un façon très nette.

De plus, la haute conductibilité du métal et sa chaleur spécifique justifient, au plus haut point son emploi pour les ustensiles de cuisine.

La substitution de l'aluminium au cuivre était d'ailleurs intéressante au point de vue national. Succès de l'aluminium en brasserie pour les seaux à levure et les tanks. Succès dans l'industrie laitière, beurrière et fromagère. L'enthousiasme pour l'emploi de l'aluminium dans l'industrie alimentaire s'est affirmé au moment où le métal devenait rare.

L'habitude a créé de légitimes exigences qui demandent à être satisfaites. C'est un nouveau tribut prélevé sur la production, tribut se chiffrant par quelques milliers de tonnes annuelles (1.000 tonnes pour les batteries de cuisine et accessoires, d'après le rapport de M. Trillat, Chef du Laboratoire de Chimie de l'Institut Pasteur).

Domaine de l'Aéronautique.

J'ai exposé dans l'*Illustration économique et financière*, supplément au n° du 15 août 1925, les raisons qui avaient orienté l'Aéronautique vers la construction métallique, c'est-à-dire vers une utilisation croissante de l'aluminium et de alliages. Nous les reproduirons ici :

Ingénieurs, inventeurs, constructeurs se tournent vers les nouveaux matériaux, métaux ou alliages, pour leur demander d'assurer dans une *sécurité* et une *légèreté* accrues la *finesse de l'appareil*, et *l'économie de la construction*.

Nous allons préciser les causes de cette évolution vers la construction métallique.

Causes de l'évolution. — Pourquoi substituer aux éléments Bois et Toiles, les éléments métalliques ? La finesse de l'appareil et l'économie y trouvent-elles leur compte ?

A ces questions, il peut être répondu affirmativement.

Finesse de l'appareil. — La construction métallique, c'est-à-dire la construction utilisant pratiquement les *alliages d'aluminium à haute résistance*, donne les plus grandes facilités pour l'adoption des ailes épaisses, c'est-à-dire des ailes abritant les organes de consolidation, les provisions d'essence, les moteurs, etc..., entraînant la suppression d'une partie des câbles, haubans et tendeurs, permettant ainsi une réduction notable de la résistance à l'avancement.

La finesse de l'avion est ainsi considérablement accrue, et la rigidité étant obtenue, les formes de l'avion se conservent.

Economie et unification. — Cette finesse de l'avion permettant l'augmentation de vitesse, réalise l'économie de combustible.

La robustesse de l'avion ne rend plus indispensable pour une flotte aérienne des hangars très onéreux, les intempéries n'ayant pas sur les appareils métalliques, aux surfaces judicieusement protégées, les influences désastreuses qu'elles ont sur les avions en bois et toile, et sur les collages nécessaires pour les assemblages dans ce mode de construction.

Ajoutons que la plupart des essences des bois utilisés sont importées des pays étrangers, au grand détriment de notre change.

Mais la plus grande influence de la construction métallique sur l'économie industrielle et nationale, c'est la possibilité qu'elle offre à l'unification ou standardisation. L'homogénéité du métal permet ce résultat. L'hétérogénéité du

bois l'interdit. Or, l'unification est indispensable pour assurer la production intensive au moment du besoin.

Quelles sont les exigences de cette unification? Ce sont les suivantes :

a) Elévation et régularité des caractéristiques susceptibles d'assurer la sécurité du fonctionnement, ce qui exige l'adoption, pour tous les matériaux entrant dans la construction de l'avion, des *standards de qualité*.

b) Fabrication en série du matériel au moyen d'outillages et d'appareillages appropriés, ce qui exige l'adoption des *standards de forme*.

c) Interchangeabilité des pièces, ce qui exige l'adoption de tolérances « standards » de fabrication et de fonctionnement.

On conçoit aisément que, seule, la construction métallique, dont les matériaux possèdent des caractéristiques rigoureuses, régulières et homogènes, non influençables par les conditions atmosphériques, peut satisfaire ces exigences.

Par l'unification rendue possible, elle permettra l'approvisionnement des matières premières ou produits semi-ouvrés.

Ces standards de qualité et ces standards de forme assureront à travers la mobilité et l'évolution du matériel *la constance d'utilisation*. Et c'est là un point capital.

En matière aéronautique, en effet, il est impossible de fabriquer, à titre de réserve, un matériel considérable. D'une part, les budgets ne sauraient résister à de pareilles dépenses. D'autre part, les progrès incessants de cette branche si importante de l'activité humaine, rendraient rapidement ce matériel désuet, et par conséquent inutilisable au moment du besoin.

Comment supposer que la série intensive pourra être exécutée rapidement au moment opportun si l'on n'a pas adopté d'une façon rigoureuse et exclusive les standards de forme qui auront permis aux producteurs et aux transformateurs de constituer l'outillage « standard » nécessaire pour sortir en grande série les tôles, profilés, cornières, tubes, etc..., destinés à la construction du matériel ?

Comment croire à une intensité productrice susceptible d'alimenter les industries aéronautiques si on a laissé à chacun l'initiative de fabriquer ou de commander des produits échappant à toute réglementation de qualité ou à toute limitation de forme ?

Comment s'imaginer que producteurs et constructeurs pourront se constituer des approvisionnements de réserve, pour le cas d'une fabrication intensive, s'ils ne sont pas sûrs d'avance que ces approvisionnements serviront d'une façon certaine, quel que soit le matériel aéronautique, c'est-à-dire auront une *constance d'utilisation*.

L'unification est la condition indispensable de la bonne marche industrielle et économique de l'aéronautique.

Seule la construction métallique la permet, et cette construction métallique suppose encore une fois une utilisation intensifiée des alliages légers, c'est-à-dire, en fin de compte, de l'aluminium.

Nous n'avons considéré que la cellule de l'avion. Si nous considérons le groupe motopropulseur, dans son ensemble, seule l'hélice est en bois.

Là encore on s'est tourné vers le « métal » pour obtenir une hélice insensible aux variations atmosphériques, n'offrant pas les difficultés de conservation et de stockage que l'on rencontre avec l'hélice en bois, et susceptible de donner une durée de fonctionnement supérieure. C'est ainsi qu'est née l'hélice en alliage léger à haute résistance, à base d'aluminium.

En dehors des qualités précédemment indiquées, communes à toutes les hélices métalliques, l'hélice en alliage léger présente par rapport aux hélices en bois, les caractéristiques suivantes :

a) Coefficient de sécurité comparable, poids sensiblement égal.

b) Augmentation appréciable du rendement.

c) Possibilité de dépasser les vitesses périphériques admises avec le bois (notamment pour les appareils records).

C'est avec une hélice en alliage léger à base d'aluminium que l'adjudant-chef Bonnet a pu battre à Istres, le 11 décembre 1924, le record du monde de la vitesse : 448 kilomètres 171 à l'heure, que les Etats-Unis avaient ravi à Sadi-Lecointe.

L'aviation est donc entraînée vers la construction métallique, c'est-à-dire vers la consommation singulièrement accrue du métal « aluminium ». Le métal permet de résoudre d'une façon très séduisante, c'est-à-dire dans la sécurité et la légèreté, le problème infiniment complexe posé par l'aéronef.

Comme je l'ai souvent dit : la formule lapidaire : « L'aviation sera métallique ou ne sera pas » n'est certes pas exempte d'un certain sectarisme. Ce serait oublier le passé et méconnaître une partie du présent. Mais nous pouvons affirmer sans crainte que *l'avion métallique intégral*, c'est-à-dire l'avion exigeant une grande consommation d'aluminium, se prépare une place de tout premier choix dans l'aéronautique de demain.

Un nouveau besoin impérieux est donc né. Sa satisfaction exigera une grande consommation d'aluminium.

BAUXITES, ALUMINE ET ALUMINIUM

Un aperçu géographique permettra de tracer dans le monde le champ d'action de cette pro-

duction en fixant, pour la France, le caractère « régionalistes » de ses différents stades, à savoir :

I. — BAUXITE. Matière première.
II. — ALUMINE. Produit intermédiaire.
III. — ALUMINIUM. Produit final.

Des statistiques nationales et mondiales relatives à la bauxite et à l'aluminium compléteront l'exposé.

I. — BAUXITES.

Classement et composition.

La bauxite est un minerai reconnu en 1822 par Berthier, ingénieur au Corps royal des Mines, près du village des Baux, à quelques kilomètres de la cité provençale d'Arles.

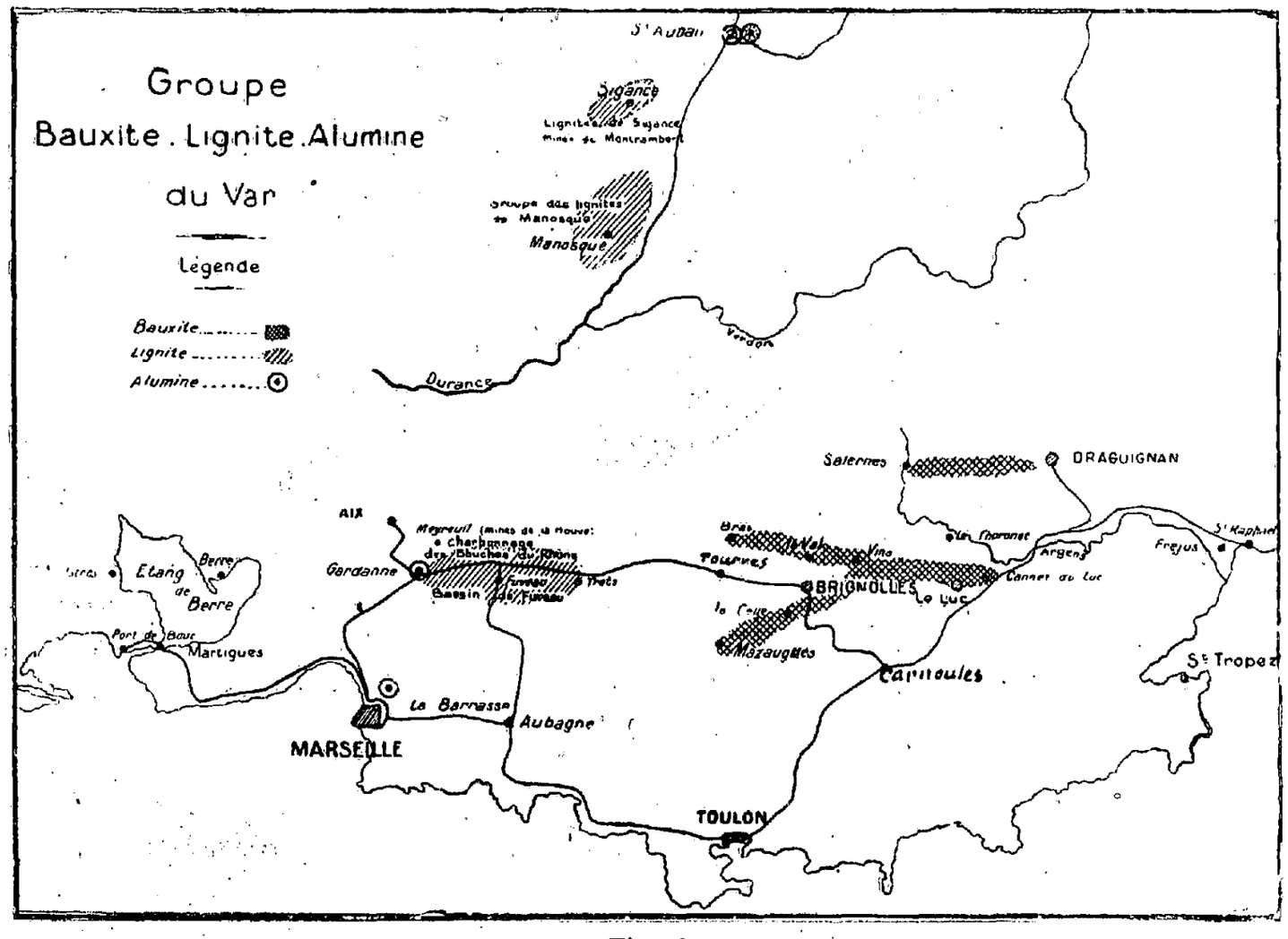


Fig. 2

L'alumine hydratée naturelle, qui est un des éléments de la bauxite, est mélangée à la silice et au sesquioxyde de fer.

Suivant les proportions respectives de ces trois corps, les bauxites sont blanches, grisâtres ou rouges.

Blanches, c'est-à-dire riches en alumine (50 à 72 o/o), elles sont utilisées pour les produits réfractaires et les sels d'alumine.

Grises, si elles sont riches en oxyde de fer, elles sont utilisées pour les émeris, les abrasifs, l'alundum.

Rouges, si elles sont riches en silice (35 à 40 o/o) ; elles servent aux revêtements métallurgiques, elles constituent, lorsqu'elles sont riches en alumine et pauvres en silice, le minerai d'aluminium.

Une qualité spéciale de ces bauxites sert à la fabrication récente et très importante du ciment fondu.

Le type standard du minerai d'aluminium a la composition suivante :

60 o/o d'alumine,
2 à 3 o/o de silice,
18 à 20 o/o de sesquioxyde de fer.

Notons que la faible teneur en silice est recherchée, car la présence abondante de ce corps qui, dans la fabrication du produit intermédiaire « l'alumine », se combine à l'alumine du minerai et à la soude de traitement, majore dans une mesure assez importante les dépenses de fabrication. C'est donc au point de vue économique que les bauxites rouges non siliceuses sont particulièrement appréciées. Et cette remarque a son importance, car elle interviendra quand il s'agira de chiffrer approximativement les ressources de notre pays en minerai d'aluminium.

Extraction mondiale.

Relativement à l'extraction mondiale, le journal *Aluminium*, de Berlin, donne dans son numéro de février 1926 les chiffres suivants concernant les bauxites de toute nature.

1913 : 521.940 tonnes.
1918 : 962.876 tonnes.
1921 : 330.146 tonnes, fléchissement dû à la crise ayant suivi la guerre.
1923 : 1.169.811 tonnes.
1925 : Pas de chiffre précis, mais l'extraction aurait dépassé toutes les valeurs précédentes.

Ce chiffre doit être d'environ 1.200.000 ton-

nes, dont 400.000 tonnes, c'est-à-dire un tiers, de bauxites françaises de toutes sortes.

A. — Gisements français.

Et tout d'abord, situons sur le sol français les gisements de bauxite qui constituent notre capital national.

Nous trouvons trois groupements, d'importance fort inégale.

Le groupement du Var ;

Le groupement des Bouches-du-Rhône, cantonné autour du village des Baux ;

Le groupement de l'Hérault.

1° *Groupement du Var.*

Situation du gisement. — Ce gisement affecte la forme d'une fourche dont le manche, dirigé est-ouest, est jalonné par les villages de Vins, Le Luc, s'élargissant au nord vers le village de Thoronet et venant s'appuyer au Canuet du Luc, à la grande voie des rapides de Marseille à la Côte d'Azur.

Les villages du Val et de Bras s'étalent sur la branche nord de la fourche. Ceux de La Celle et de Mazaugues sur la branche méridionale. Brignolles est le centre de la région, près de la jonction des deux branches.

Un peu plus au nord, un tapis de bauxite étend ses assises entre Salernes et Draguignan.

Importance du gisement. — On peut dire que la partie la plus importante de la bauxite française provient du Var. Cette bauxite varoise représente à peu près 85 o/o de l'extraction en France, qui est de l'ordre de 350 à 400.000 tonnes. D'après la statistique de James Hill (Bauxite et Aluminium en 1925, Ministère du Commerce des Etats-Unis, Herbert Hoover, Ministre, Directeur des Mines, Scott Turner, D. Washington) la production de la bauxite en France a été la suivante en tonnes :

1920	266.716	tonnes
1921	95.318	—
1922	236.141	—
1923	393.736	—
1924	335.582	—
1925	406.535	—

De plus, c'est le département du Var qui produit la majeure partie de la bauxite, type standard du minerai d'aluminium, que nous avons précédemment défini.

Sur les 300.000 tonnes extraites en moyenne dans le département du Var, quelle est la part revenant à la bauxite rouge, peu siliceuse, minerai standard d'aluminium ? Elle est évidemment variable. Mais un chiffre moyen d'environ 200 à 250.000 tonnes nous semble voisin de la réalité.

Quelle est la richesse totale du gisement varois en minerai standard ? Elle peut être estimée à environ 5 millions de tonnes.

Une vingtaine d'années, au taux actuel d'extraction, épuiseraient donc notre richesse, et notre substance nationale serait consommée à une époque où l'emploi de l'aluminium et des alliages légers sera devenu une condition indispensable de notre vie économique et de notre défense nationale.

Mais d'une part, des prospections nouvelles, des recherches méthodiques peuvent faire découvrir des bauxites standards enrichissant notre capital national. Cela c'est un espoir.

D'autre part, notre capital bauxite de toutes catégories, qui peut atteindre et même dépasser 100 millions de tonnes, peut nous offrir des minerais plus siliceux que la bauxite standard, mais néanmoins susceptibles d'être utilisés, moyennant des dépenses supplémentaires, comme minerai d'aluminium.

Ces dépenses supplémentaires sont occasionnées principalement par des consommations de minerai de soude destiné à fixer la silice, et de charbon destiné à la concentration de la soude. Ce ne sont pas là des suppléments rédhibitoires, et si l'on peut traiter avec une économie suffisante des bauxites à des teneurs en silice doubles ou triples de celles de la bauxite standard, c'est-à-dire environ 8 o/o, on peut voir se décupler notre première richesse, c'est-à-dire se chiffrer à une cinquantaine de millions de tonnes le potentiel de nos minerais destinés à l'aluminium.

Ce sont là des chiffres approximatifs, mais qui semblent serrer la vérité d'assez près, en supposant bien entendu industriellement, c'est-à-dire économiquement résolue les questions de traitement des bauxites jusqu'à 8 o/o de silice en vue de la fabrication de l'aluminium.

2° *Groupement des Bouches-du-Rhône.*

Ce sont les gisements des Baux qui s'étendent à 20 kilomètres au nord-est d'Arles. Ce sont les premiers gisements au point de vue de l'ancienneté de leur découverte, mais ils sont relativement peu abondants et ne représentent qu'environ 2 o/o de l'extraction annuelle de bauxite.

3° *Groupement de l'Hérault.*

Ces gisements, constitués par une bande jalonnée par Béziers, Pézenas et se dirigeant vers Montpellier, représentent environ 12 o/o de l'extraction annuelle.

Ajoutons quelques gisements de l'Ariège et représentant 1 o/o de l'extraction annuelle.

Ecoulement de la bauxite. — La statistique suivante, dressée en 1922 par le Service des

Mines, donne les chiffres suivants relativement aux exportations :

46 151 tonnes dirigées vers la Grande-Bretagne :

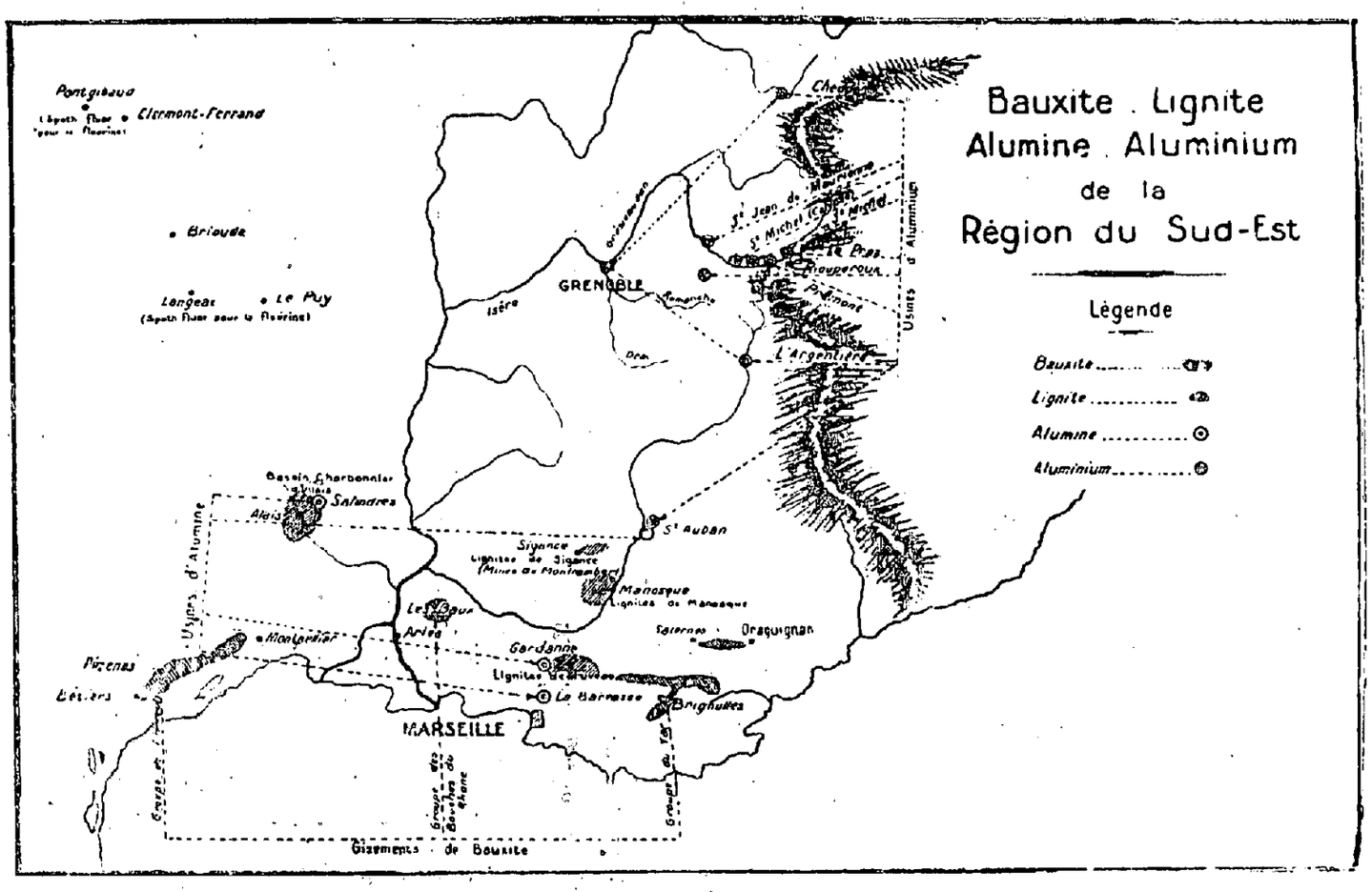


Fig. 3.

80.365 tonnes dirigées vers la Hollande et l'Allemagne ;

11.167 tonnes dirigées vers les Etats-Unis d'Amérique.

Pour le Var, trois lignes de chemins de fer permettent l'acheminement vers les ports de Saint-Raphaël, Toulon, Marseille et Port de Bouc, Carnoules est un nœud de jonction .

Les gares d'embarquement les plus importantes sont celles du Luc, de Tourves et de Brignolles.

Cette gare reçoit les bauxites de l'Hérault destinées à l'exportation.

(*A suivre*).

CH. GRARD,
Inspecteur général de l'Aéronautique.

QUELLE QUANTITÉ DE FARINE PANIFIABLE DEVONS-NOUS RETIRER DU BLÉ?

C'est une question qui sollicite l'attention publique. La grande presse l'expose à ses lecteurs, mais à l'aide d'arguments qui n'épousent pas toujours très étroitement la vérité. N'a-t-on pas vu un grand quotidien écrire que l'aliment azoté « reste » dans le son et que la farine en est « dépourvue » ? C'est très bien de chercher à instruire le public, de le mettre à même de discuter des grands intérêts du pays, mais à la condition de lui dire les choses comme elles sont, dans leur vérité d'abord, et dans leur complexité ensuite. Il serait très bien aussi de ne pas lui laisser entendre que tout va mal chez nous, que des questions intéressant au premier chef l'hygiène publique, l'alimentation rationnelle et l'économie nationale ne sont pas examinées par les services qui en ont la charge avec tout le soin qui importe et que les mesures efficaces sont prises.... mais ailleurs qu'en France.

Il nous a semblé utile de présenter ici, en même temps que dans le *Bulletin de la Société Scientifique d'hygiène alimentaire*, un exposé de la question telle que nous la voyons, exposé que nous ferons sous une forme volontairement simplifiée et élémentaire.

*
* *

Et d'abord, un premier point. Le taux d'extraction des farines, c'est-à-dire la quantité de farine qu'il convient de retirer du blé, doit-il varier suivant les récoltes ? S'élever si celles-ci sont déficitaires? S'abaisser si celles-ci sont abondantes? Doit-il varier avec l'état financier de la nation? S'élever quand nous sommes aux prises avec de graves difficultés d'argent? S'abaisser quand nous sommes très au-dessus de nos affaires?

Disons, si l'on veut, que le problème intéresse moins quand la récolte est abondante et que la nation ressent un moindre besoin de réaliser des économies. Mais il reste toujours, scientifiquement et techniquement, le même, et ce serait faire œuvre de prévoyante sagesse que de le résoudre toujours de la même façon.

La question du taux d'extraction des farines est en effet d'ordre scientifique et technique ; sa solution doit échapper, au moins dans une large mesure, à certaines circonstances variables et passagères ; elle doit être demandée uniquement à la science et à la technologie. Tout au plus, pour atteindre à cette solution, faut-il faire une petite place à certaines considérations de psychologie sociale.

Ceci étant dit, quels enseignements la science et la technologie nous apportent-elles ?

La science nous apprend ce qu'est, au point de vue botanique, le grain de blé ; quelle est sa constitution anatomique ; quelle est sa composition chimique ; quels sont ceux de ses principes immédiats qui sont alibiles et ceux qui ne le sont pas ; dans quelle mesure ses différentes fractions sont susceptibles d'être digérées et assimilées.

La technologie nous apprend ce que l'homme fait de ce grain de blé, comment il le moud, produisant farine d'une part, et issues d'autre part, et comment il transforme la farine en cet aliment essentiel et ancestral qu'est le pain.

Ce qu'il importe d'examiner, c'est si savants et techniciens sont d'accord, j'entends si les techniciens travaillent conformément aux données des savants. S'ils ne le sont pas, il faut savoir pourquoi et tâcher de les mettre d'accord. Les savants ont tendance à être intransigeants et c'est bien naturel, puisqu'ils parlent au nom de ce qu'ils estiment la vérité ; ils le font alors avec toute leur flamme et toute leur foi. Les techniciens, eux, ne le sont pas moins, parce qu'ils se heurtent à certaines difficultés pratiques dont ne tiennent pas toujours compte les savants, et parce qu'ils craignent les obligations trop strictes, qui, si elles ne peuvent être respectées à la lettre, les mettront un jour ou l'autre en difficulté avec l'administration.

Il n'est d'ailleurs pas que savants et techniciens auxquels il faille penser. Il y a le public, le public qui, en général, connaît peu de chose du côté scientifique de la question, peu de chose du point de vue technique, le public qui vit sur quelques opinions fausses et pas mal de préjugés. A l'accord entre savants et techniciens doit donc s'ajouter l'accord avec le public, dont il s'agit de faire l'instruction et l'éducation.

Nous n'allons pas, dans cet article sommaire et élémentaire, évoquer tous les faits et apporter la surcharge d'une bibliographie. Nous nous en tiendrons à quelques notions essentielles, à celles qui sont immédiatement nécessaires pour donner une réponse à notre question.

***

On sait que le grain de blé est un fruit sec à graine unique adhérente au péricarpe. Si l'on fait une coupe du grain de blé dans le sens de sa plus grande longueur, dans le sens même du sillon, on observe, sans le secours d'aucun instrument grossissant, qu'il est constitué par trois parties : une *enveloppe*, une zone centrale blanche dite *amande farineuse*, et le *germe* blotti à la base du grain, adossé à l'enveloppe, opposé au sillon.

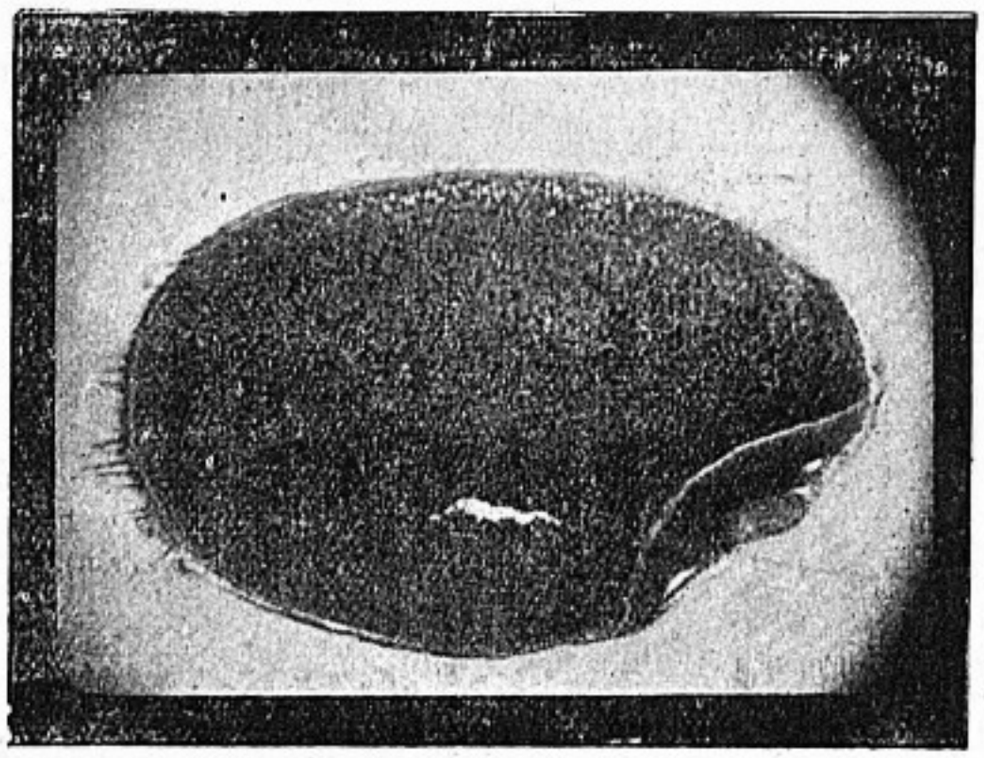


Fig: 4. — Grain de blé; coupe longitudinale.
(D'après une photographie d'Aimé Girard).

L'étude botanique et histologique permet de préciser les choses ainsi : Ce que nous avons appelé l'*enveloppe* tout court est en fait constitué par une série d'assises cellulaires qui représentent : 1° le péricarpe, c'est-à-dire l'enveloppe propre du fruit, résultant des transformations des parois de l'ovaire, péricarpe formé de trois membranes (épi-, méso-, endocarpe), dont les cellules ont des parois épaisses, plus ou moins sclérifiées et sont à peu près vides de leur contenu ; 2° les téguments séminaux, enveloppés propres de la graine, qui sont aussi au nombre de trois : testa, bande hyaline et assise protéique. Cette dernière appelée couche à aleurone, est formée de gros éléments cellulaires à parois épaisses, gorgés d'une huile et d'une matière protéique complexe, l'aleurone.

Amande et germe constituent, avec les téguments séminaux dont nous venons de parler, la graine. L'*amande*, c'est l'albumen, le tissu où s'accumulent les réserves amylacées, protéiques et minérales, où la jeune plante doit puiser l'aliment qui lui est indispensable aux premiers

stades de la germination. C'est ce grenier d'abondance que l'homme utilise pour ses propres besoins.

Le *germe* n'a pas besoin d'être autrement défini, c'est l'embryon, la future plante. Il est constitué des parties fondamentales de tout embryon, tigelle, gemmule et radicule, et il comporte une seule feuille cotylédonaire qu'on appelle ici le scutellum. Ce scutellum, attenant à l'albumen, joue, lors de la germination, un rôle très important. Grand sécréteur de diastases, il doit solubiliser et digérer les réserves de la graine, les mobiliser pour qu'elles soient

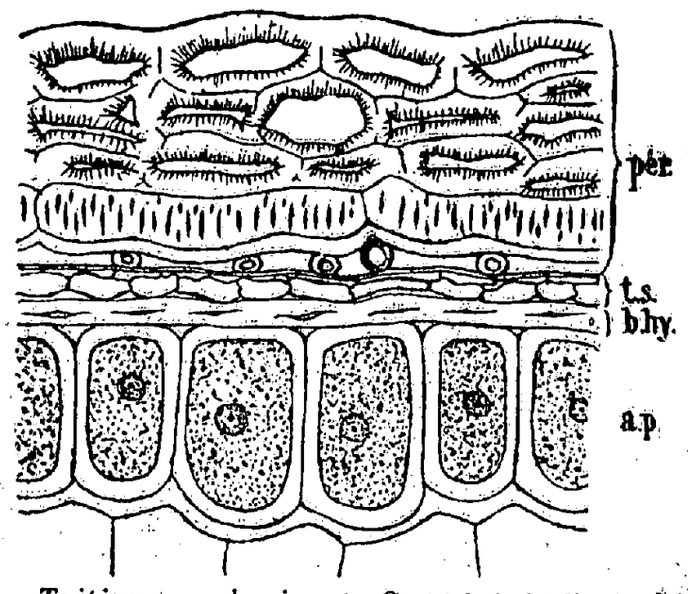


Fig. 5. — *Triticum polenicum*. Coupe transversale du fruit mûr : *per*, pericarpe ; *t s*, tégument séminale ; *b.hy*, bande hyaline ; *a.p*, assise protéique. (d'après Paul Guérin).

utilisables par la jeune plantule. Le germe est histologiquement formé de cellules petites, à parois minces, à contenu riche en matières azotées et grasses et aussi, en certains éléments dits catalytiques intervenant avec activité dans les phénomènes biochimiques de la germination et de la croissance. Nous n'insisterons pas davantage sur ces notions qui, bien qu'un peu trop élémentaires, nous suffisent pour atteindre notre but.

*
* *

Demandons-nous maintenant ce que voit le chimiste dans le grain de blé. Le chimiste, lui, y voit une association de principes immédiats qu'il range en gros, dans les séries suivantes :

D'abord, un ensemble de composés ternaires (composés de C, H, O) qui sont, soit des glucides, soit des lipides.

1° *Des glucides.* — Sous ce néologisme, on entend une série de corps qui sont des sucres simples ou des produits de condensation de sucres simples. Dans le grain de blé, il y a d'abord (c'est le glucide le plus important par la masse et par l'utilité) de l'*amidon*. En poids, celui-ci représente plus de 57 o/o du grain ; il apparaît au microscope sous forme de granules arrondis, sans hile ni stries apparents, de grosseur très variable depuis 1/40e de millimètre pour ceux du centre de l'amande jusqu'à 1/150e de millimètre pour ceux de la périphérie de celle-ci. Cet amidon n'est pas une espèce chimique définie, c'est un mélange, mais peu nous importe ici.

Après l'amidon, vient, pour l'importance quantitative, la *cellulose* qui est le constituant fondamental des parois cellulaires. Toutes les parois cellulaires sont cellulosiques, celles de l'albumen, de l'embryon et des enveloppes, mais aucune de ces parois n'est purement cellulosique. La cellulose se trouve associée à toutes espèces de choses, bien ou mal connues, plutôt mal connues : des substances pectiques, des pentosanes, des matières azotées et des matières minérales. N'insistons pas sur ce sujet difficile et convenons d'appeler ici cellulose tout ce qui est cellulose proprement dite et substances associées. Bornons-nous à noter que, dans l'albumen, il existe de grandes cellules à parois minces et molles, dont la cellulose compte peu dans la cellulose totale du grain, tandis que dans les enveloppes du grain, les cellules sont, pour une part, réduites à leur cadre cellulosique, si bien que la proportion de cellulose est très élevée dans les parties périphériques du grain. Apprécions aussi pour combien la cellulose *brute* compte dans le grain entier ; on sera un peu au-delà de la vérité en la comptant pour 10 o/o (1).

Après amidon et cellulose (cellulose au sens large) on trouve dans le grain une certaine quantité de *sucres*. C'est du saccharose, sucre identifiable au sucre de la canne à sucre ou de la betterave, du fructose et du glucose. Tous ces sucres ne représentent pas un gros « pour cent » du grain ; mettons 2,5 o/o.

Enfin, il y a encore dans le grain d'autres glucides solubles. Ce sont des produits de condensation, mais de condensation relativement peu avancée, des corps que l'on assimilait aux dextrines, que l'on désignait ou dosait même sous ce nom et qui sont en réalité, des *fructosanes* ; le type en est la *lévosine*, dont la proportion dans le grain de blé mûr est de l'ordre de 1 o/o.

2° *Des lipides.* — Au lieu de « lipides », disons matières grasses. Ce n'est pas la même chose ; le premier terme est plus compréhensif que le second ; mais le second parle d'emblée à l'esprit de chacun. La matière grasse du grain de blé est une *huile* jaune, une huile à caractères assez particuliers, renfermant une bonne part de glycérides non saturés, facilement oxydable, odorante, rancissant aisément, à indice d'iode élevé. L'huile de l'albumen n'est pas identique à l'huile du germe ; elle est aussi re-

(1) La cellulose proprement dite définie analytiquement par sa résistance à chaud à l'acide chlorhydrique à 5 o/o et la potasse à 10 o/o et par son insolubilité dans les solvants usuels compte pour 1,3 à 3,7 o/o.

lativement moins abondante. Le germe est très gras ; il renferme environ 12,5 o/o d'huile ; l'albumen l'est beaucoup moins ; il renferme à peu près 1 o/o d'huile. Dans le grain total, il y a autour de 1,5 o/o de matière grasse. L'huile n'est pas simplement un mélange de glycérides. Elle renferme une matière colorante (du carotène), un phytostérol, et d'autres choses encore.

Après les substances ternaires, les *matières azotées*. Le protoplasme de toute cellule vivante est essentiellement formé de matières protéiques. Il y aura donc ici des *protides*. Il y a des protides à proprement parler cytoplasmiques et il y a des protides de réserve. Ces derniers dominent, et de beaucoup, dans le grain de blé. Ce sont : un protide du groupe des prolamines que l'on appelle *gliadine* et un protide du groupe des glutélines que l'on appelle *gluténine*. Gliadine plus gluténine constituent le gluten. Ce gluten est d'une importance

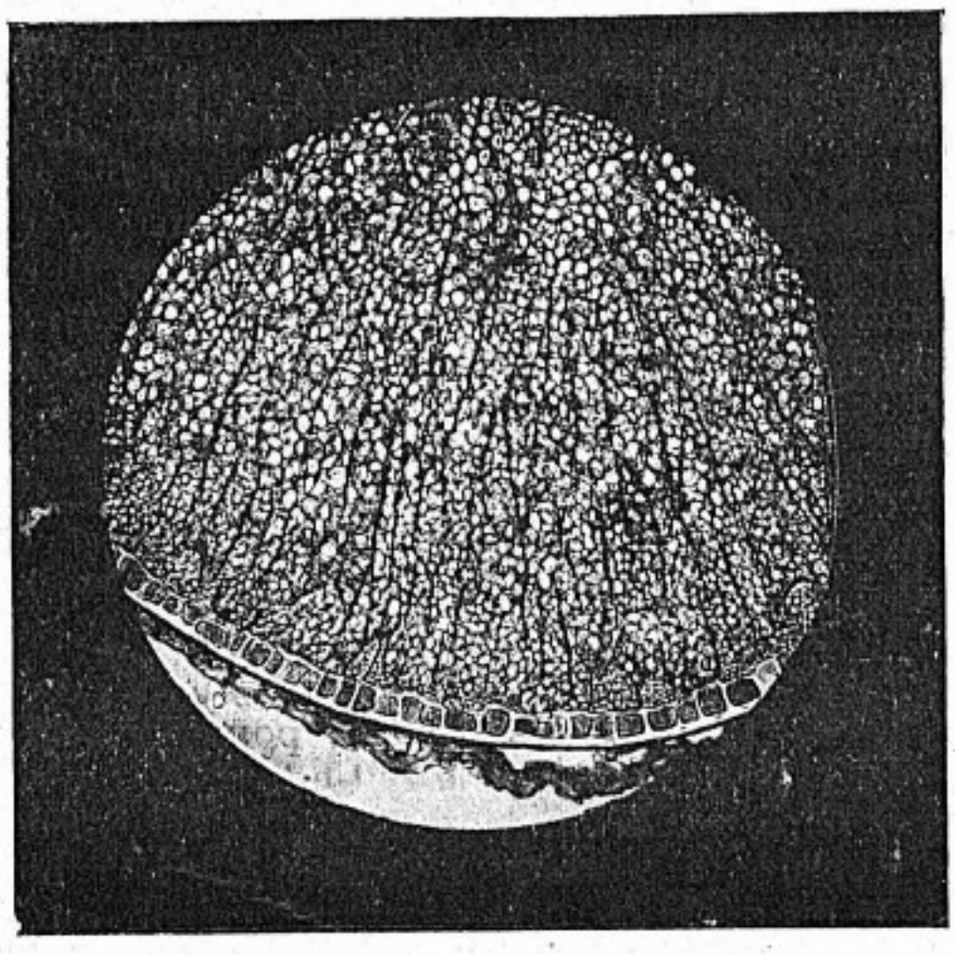


Fig. 6. — Coupe transversale du grain : téguments et albumen (d'après une photographie d'Aimé Girard).

énorme dans l'histoire du grain de blé. C'est à sa présence et à sa quantité, à la proportion habituellement heureusement équilibrée de la gliadine par rapport à la gluténine que la farine de blé doit d'être, de toutes les farines de céréales, la plus aisément panifiable. C'est grâce à cette circonstance que le pain est devenu l'aliment fondamental si largement diffusé d'une partie de l'humanité.

Le gluten, c'est donc la réserve azotée du grain de blé. On le trouve dans tout l'albumen ; il y en a moins dans la partie tout à fait centrale, où les grains d'amidon sont volumineux, laissant entre eux un espace restreint pour le réseau glutineux que dans la partie périphérique de l'amande, où les grains d'amidon plus petits abandonnent un plus grand espace à ce réseau. En bloc, le grain total renferme environ 12 à 14 o/o de matières azotées sur lesquelles le gluten compte pour la plus large part. Ce qui n'est pas gluténine ou gliadine est représenté par d'autres protides, les uns solubles, les autres insolubles. Ils ont un intérêt pratique effacé à côté du gluten.

On voudra bien noter que les chiffres que nous donnons ne sont que des approximations destinées à introduire le lecteur dans le sujet, à lui donner une idée des proportions relatives des constituants du grain de blé. Mais ces proportions sont sujettes, suivant les blés envisagés, à des variations dont les amplitudes sont notables. Cette observation trouve, particulièrement ici, l'occasion d'être énoncée, parce que les teneurs des blés en gluten, varient dans de larges limites et c'est, au point de vue pratique, un fait d'une importance considérable. Cette importance pratique est telle que l'on peut s'étonner de voir la teneur en gluten ne pas jouer un rôle plus marquant dans l'appréciation de la valeur marchande des farines.

A côté des matières protéiques proprement dites, on trouve des hétéro-protéides dont les *nucléoprotéides*, constituants des noyaux cellulaires, sont, pour le cas qui nous occupe, les plus essentiels. On a isolé de l'embryon de blé un acide nucléique (acide triticonucléique), substance complexe azotée et phosphorée. Quantitativement, cela ne va pas loin (0,6 o/o de l'embryon).

Ce n'est pas encore tout : il existe dans le grain de blé, comme dans toute matière vivante, des matières minérales ; d'abord de l'*eau*. Le grain chauffé à l'étuve perd environ 14 o/o de son poids ; c'est de l'eau qui s'est éliminée. Si on le chauffe à température plus élevée et de façon à brûler toute la matière organique, il reste un résidu, des cendres, comme l'on dit, que constituent des *sels minéraux* : phosphates de potassium, de magnésium, de calcium, de sodium, de fer, d'aluminium, les premiers étant de beaucoup prédominants, auxquels s'associent de petites quantités de silicates, de sulfates et de chlorures. Le tout fait à peu près 2 o/o du grain initial. A dire vrai, une partie de ces matières minérales ne préexiste pas dans le grain ; elle est le résultat de la calcination. Une partie importante du phosphore se trouve par exemple, initialement, sous forme d'une combinaison phospho-organique, la phytine, qui est l'éther phosphorique d'un sucre cyclique, l'inosite. Mais n'entrons pas dans d'autres détails et résumons.

Les constituants du grain total se répartissent à peu près ainsi :

Glucides (amidon, cellulose, sucres, lévosine, etc.) environ	70 %
Lipides (matières grasses, lipides phosphorés, etc.) environ	1,5 %
Protides (gliadine, gluténine, autres homo-protéides ; hétéro-protéides ; matières azotées solubles) environ	12,5 %
Eau, environ	14 %
Sels minéraux, environ	2 %

Voilà un bilan que nous faisons fermer à 100 o/o. En réalité, il existe dans le grain de blé d'autres choses que ce tableau ne prévoit point, mais dont le poids est assez petit pour ne pas influencer sensiblement le bilan approché que nous venons d'établir. Il s'y trouve des diastases, catalyseurs physiologiques qui interviennent dans toutes les transformations de matières qui intéressent la substance vivante ; des vitamines qui sont des facteurs indispensables à la croissance et à d'autres phénomènes physiologiques et certains éléments chimiques dont nous n'avons rien dit, manganèse, zinc, cuivre, etc..., dont le taux est infime, quelques cent millièmes ou moins, éléments que l'on retrouve ou non dans les cendres, et dont nous savons aujourd'hui que, négligeables par la masse, ils sont fondamentaux par leur rôle biochimique.

*
* *

Voyons maintenant *ce qui est alibile* de tout cela, ce qui, ingéré, sera digéré et assimilé. Autrement dit, si, négligeant nos habitudes de fabrication de la farine et du pain nous ingérions la totalité du grain broyé, qu'adviendrait-il? Digérerions-nous la totalité du grain? Serait-il intégralement transformé en substances osmosables, capables de servir à la nutrition, de contribuer à la constitution de nos tissus et de leurs réserves ? Ou au contraire ne serait-il que partiellement digéré et assimilé ?

Et d'abord, une remarque qui peut paraître incidente et qui, en réalité, est capitale. Nous parlons de grain broyé, mais il y a broyage et broyage. Le broyage peut être plus ou moins bien réalisé, la matière peut être réduite en poudre plus ou moins ténue, autrement dit, les cellules de l'albumen, des enveloppes et du germe peuvent être plus ou moins bien brisées, elles peuvent, ou livrer à nu leur contenu, ou au contraire le laisser inclus dans une enveloppe cellulosique. Différence essentielle. Pour ce qui est des cellules de l'albumen, nul souci à se faire. Ce sont de grosses cellules dont les parois minces se brisent facilement ; elles livreront, même par un broyage modéré, l'amidon et le gluten qu'elles contiennent. Pour les cellules des enveloppes, c'est une autre affaire. Les parois de celles-ci sont plus rigides, plus dures; le broyage ne les transformera pas en une poudre fine où toute structure cellulaire aura disparu. On obtiendra des lambeaux d'enveloppes plus ou moins grands dont toutes les cellules ne seront pas fracturées. Ceci revêt une importance particulière pour les cellules de l'assise protéique dont le contenu, nous l'avons dit, est abondant et riche en matières grasses, azotées et même minérales. Sans doute beaucoup de cellules présenteront des fractures, des solutions de continuité, mais quelques-unes n'en présenteront pas, que vous ayez employé pour votre broyage la meule ou le cylindre. Ne comptez d'ailleurs pas sur vos dents pour parachever l'œuvre des moyens dont use l'industrie ou le laboratoire, car elles ne feront pas mieux.

L'importance de cette remarque résulte de ce fait que *la cellulose est pratiquement indigestible par le tube digestif de l'homme* ; nos sécrétions salivaire, gastrique, hépatique, pancréatique et entérique ne renferment aucune diastase capable de l'attaquer, de la solubiliser, de la rendre osmosable et assimilable. Il arrive bien que l'intestin renferme, dans sa flore microbienne, abondante et variée, des ferments de la cellulose (on a décrit, par exemple, *Bacillus cellulosæ liquefaciens*, Yv. Khouvine), mais ceux-ci ne sont ni constants chez l'omnivore qu'est l'homme, ni très actifs, si bien que nous ne pouvons attribuer à ceux-ci, chez l'homme du moins, un rôle réel dans la dégradation de la cellulose et qu'ils ne sauraient vraiment contribuer à assurer son utilisation même partielle.

Ainsi la cellulose et tout ce qui l'imprègne doit être compté comme pratiquement indigestible ; cela fait aux environs de 10 o/o du grain broyé (un peu moins ou un peu plus, cela dépend du blé) qui se trouvent, pour l'homme, sans valeur nutritive. Cela fait en réalité davantage, parce qu'il faut compter tout ce que des membranes cellulosiques restées intactes bloquent en quelque sorte dans une prison impénétrable. Ce supplément est un peu plus difficile à évaluer. Il y a une expérience ancienne d'Aimé Girard, expérience souvent citée et discutée, qui a conduit ce savant à évaluer la fraction du grain de blé qu'il est sans intérêt d'utiliser pour la nourriture humaine à 14-15 o/o. Cette expérience, à dire vrai, est erronée, en ce sens que, dans ces 14 à 15 o/o, il existe en fait des substances digérables et utilisables ; les observations du Dr Liacre sont à ce sujet formelles et nous partageons entièrement son opinion. Mais ces substances utilisables sont, pratiquement, comme si elles ne l'étaient pas, puisqu'elles ne sont pas accessibles aux sucs digestifs. Nous écrirons donc que, pratiquement, sur 100 parties de grain broyé, il y a 14 à 15 parties non susceptibles d'utilisation par le tube digestif de l'homme. *Les 85 à 86 autres parties,*

que représentent amidon, gluten, matières minérales, etc...., sont au contraire parfaitement et intégralement utilisables.

Il n'y aurait au reste aucun inconvénient d'ordre hygiénique à incorporer les 15 parties inutilisables à notre nourriture quotidienne. Il est même nécessaire qu'aux aliments minéraux et organiques, qui nous sont indispensables, se trouve associée une certaine quantité de matériaux indigérables, un certain lest qui facilite la progression du bol fécal et qui joue même, par les phénomènes d'adsorption auxquels il donne lieu, un rôle plus complexe et plus important qu'on ne l'imagine communément. Aucun inconvénient donc à ce que nous consommions la cellulose du grain de blé. Avec les légumes et les fruits nous consommons une quantité autrement importante de cellulose, et cela pour le plus grand avantage de nos fonctions digestives. C'est en envisageant les choses sous cet aspect que l'on peut dire que *le grain de blé est entièrement utilisable par l'homme*, mais, en vérité, un farine à 100 o/o n'a pas plus de valeur physiologique qu'une farine à 85 o/o.

*
* *

Partons donc de cette notion pour résoudre la question que nous nous sommes posée, celle du taux convenable d'extraction des farines. La première réponse qui se présente à l'esprit est la suivante : si dans le grain de blé, 85 à 86 o/o de la matière première sont utilisables par le tube digestif de l'homme, eh bien ! séparons mécaniquement les 14 à 15 o/o inutiles et réservons le reste ; faisons des farines au taux d'extraction 85-86, autrement dit au taux de blutage 14-15.

Ce serait conclure un peu vite. Pour que ceci fût réalisable, il faudrait que l'appareillage dont on se sert en meunerie permît la séparation stricte de ces 85 o/o. Or, bien que l'industrie de la minoterie ait accompli dans ces dernières années des progrès tout à fait remarquables, les appareils ne permettent pas le rigoureux partage entre parties alibiles et parties non alibiles du grain de blé. Les issues, et parmi elles, le gros son lui-même, renferment des matières amylacées et protéiques digérables ; la farine renferme réciproquement une petite fraction d'indigestible. Mais les issues entraînent beaucoup plus de matériaux alimentaires que la farine ne renferme de substances inassimilables. Les moulins ne fourniront donc pas directement 85 parties de farine à partir de 100 parties de blé. Ils en fourniront moins (1). Chiffrer ce moins est d'ailleurs impossible avec quelque exactitude, parce qu'il y a moulin et moulin. Il y en a d'excellents, où les pertes se réduisent à un minimum, où la perfection de l'appareillage diminue dans une notable mesure la teneur en gluten et amidon des différents sons ; il y en a de mauvais où les pertes sont sensibles et la séparation entre parties alibiles et non-alibiles moins favorable ; il y en a d'intermédiaires. Bref, tous les moulins ne tireront pas d'un même blé le même parti. Il y aura des rendements bons, mauvais ou médiocres. Les différences seront de plusieurs « pour cent ». Avec un même blé, tel minotier aura une farine blanc-crème et tel autre, arrivant cependant à un moindre taux d'extraction, une farine plus ou moins bise.

Il faut pourtant bien, afin de poursuivre notre exposé, nous faire une idée des choses. Ecrivons donc que l'imperfection des moyens mécaniques fait baisser le rendement de plusieurs « pour cent ». Ce sera, par exemple, de l'ordre de 3 à 5 o/o. Dira-t-on alors : fixons a 82 ou à 80 o/o le taux d'extraction des farines? Conclusion encore trop rapide.

D'abord, quand on parle de blé, on parle d'une matière première dont il existe de très nombreuses variétés, dissemblables par la grosseur, la composition et la qualité du grain. Quoi de plus différents qu'un Manitoba, un Bon Fermier et un Wilhelmina ? Et même, pour une même variété, n'y a-t-il pas des qualités différentes suivant les années ? Le grain est plus ou moins volumineux, plus ou moins gorgé d'amidon, plus ou moins hydraté, etc... Aussi, dorsque tout à l'heure nous avons pris comme point de départ de nos appréciations, l'existence dans le blé de 85 o/o de substances utilisables, nous avons pris un chiffre moyen, mais qui oscille entre certaines limites et qui dépend, grosso modo, du volume et de la densité du grain ou, ce qui revient pratiquement au même, du poids à l'hectolitre de ce grain. Un blé pesant 73 kilos à l'hectolitre ne fournira pas autant de substances panifiables qu'un blé pesant 78 kilos à l'hectolitre. Bref, il faut introduire dans la notion du taux d'extraction, celle du poids à l'hectolitre du blé.

Cette notion n'est pas nouvelle ; elle est même très ancienne, et c'est une *doctrine très répandue dans l'industrie meunière que la quantité maxima de farine que l'on puisse retirer d'un blé s'exprime par le chiffre de son poids en kilos à l'hectolitre, diminué d'une unité*. Autrement dit, un blé pesant 73 kilos à l'hectolitre permettrait de retirer au plus 72 o/o de farine panifiable. Faut-il donc abaisser le taux d'extraction si notablement au-dessous des chiffres de 82 ou 80 o/o mentionnés tout à l'heure ?

Nous touchons ici au nœud du problème.

(1) Ceci ne veut pas dire évidemment que la fabrication d'une farine à 85 o/o est impossible. On peut toujours fabriquer une farine à un taux quelconque d'extraction ne serait-ce que par mélange d'une farine à un taux inférieur avec quantité appropriée des issues les plus fines.

Même lorsqu'une donnée est classique, il n'est pas rare qu'il la faille réviser. La relation entre le taux pratique d'extraction maxima des farines et le poids à l'hectolitre du blé est-elle bien celle que l'on admet communément ? Ne peut-on pousser cette extraction plus loin ? Quelle circonstance intervient qui oblige à baisser encore la limite d'extraction que nous nous efforçons de définir? Nous ne pouvons cependant aller trop loin dans cette voie sans examen très réfléchi. Car le problème est d'importance. Lorsqu'un pays comme la France ne produit pas la totalité du blé qui lui est indispensable, il lui faudrait faire l'effort nécessaire pour produire ce dont il a besoin, en produire même davantage si possible, mais il lui faudrait, avant toute espèce de choses, utiliser au mieux ce qu'il produit. Il ne faut pas abaisser inconsidérément les rendements en farine de nos blés. C'est là le point de vue économique, le point de vue argent, car ce qui manque, il faudra, tout au moins pour une part si l'on recourt à la politique des succédanés, l'acheter au dehors, et il convient d'acquérir à l'étranger le moins de blé possible.

Mais le point de vue financier n'est pas le seul à évoquer. Il y a aussi le point de vue physiologique et biochimique. Une extraction poussée très loin est-elle, au regard du physiologiste et du biochimiste, également, plus, ou moins avantageuse, qu'une extraction modérée ?

La réponse n'est pas douteuse : *une extraction poussée au maximum offre de sérieux avantages sur une extraction moindre*. Voici ces avantages. Plus loin l'on pousse le taux d'extraction des farines, plus grande est la quantité de la partie périphérique de l'amande que l'on y incorpore. Plus grande aussi, si l'on ne pratique pas le dégermage, est la quantité du germe qui va à la farine.

Ceci a-t-il donc de l'importance ? Oui, car la partie périphérique de l'amande est plus riche en gluten que la partie centrale. *Pousser loin le taux d'extraction d'une farine, c'est donc l'enrichir en aliment azoté*. Conclusion à retenir, surtout avec nos blés français, qui ne sont pas d'une richesse remarquable en celui-ci.

Oui encore, car partie périphérique de l'amande et surtout germe, sont bien plus riches que la partie centrale du grain en certains éléments chimiques dont l'intérêt biologique se manifeste aujourd'hui comme capital. Il existe notamment dans les produits les plus poussés de la mouture, des doses de zinc, de manganèse, de fer, bien supérieures à celles qui sont présentes dans les premières portions. J'ai montré récemment, avec M. Imas, que le germe de blé est jusqu'à 47 fois plus riche en manganèse et 22 fois plus riche en zinc que l'albumen. *Pousser loin le taux d'extraction d'une farine, c'est donc l'enrichir en aliment minéral.*

Ce n'est pas tout. Plus on incorpore de germes à la farine, plus on l'enrichit en ces facteurs de l'alimentation dits « accessoires », et que nous devrions plutôt baptiser « essentiels », que sont les *vitamines*. Il y a dans le germe de blé des facteurs A, B et E, le premier capital pour la croissance, le second pour la bonne utilisation des glucides, le troisième pour la reproduction. *En priver la farine, c'est diminuer sa valeur biologique.*

A ce faisceau de raisons « pour », s'opposent cependant quelques raisons « contre ». Plus loin l'on pousse l'extraction, plus on introduit dans la farine d'éléments empruntés à la couche à aleurone et au germe qui sont riches en diastases. J'ai lu dans un article récent que ces diastases devaient être les bienvenues parce qu'elles peuvent concourir avec nos propres diastases à la digestion du pain. Je n'en crois rien. Celles qui provoquent la protéolyse doivent être purement et simplement tuées par la cuisson. Et puis leur activité, étant donné leur petite quantité par rapport à la masse du pain, se trouverait négligeable à côté de celle du suc gastrique et du suc pancréatique. Leur concours en vue de la digestion m'apparaît comme nul. Par contre, les protéases modifient défavorablement les qualités physiques du gluten au cours de la fabrication du pâton. Elles le rendent plus mou, moins liant ; moins il y en aura, plus facile sera le travail du boulanger. Donc aucun avantage à en introduire. Une remarque analogue vaut pour les diastases d'oxydation. Il y a de la tyrosinase dans la couche à aleurone et c'est le fonctionnement conjugué d'une gluténase et d'une tyrosinase qui conditionne la transformation du pain blanc en pain bis. Moins il aura été fait d'emprunts à la partie périphérique du grain, moins il y aura de tyrosinase susceptible de faire brunir le pain.

En outre, plus on pousse l'extraction, plus on enrichit la farine en matière grasse, et plus on nuit à la bonne conservation de la farine.

On voit qu'il y a là de petites réserves aux avantages précédemment énumérés. Ceux-ci s'imposent cependant de tout leur poids.

La physiologie ne répond pas autrement que la biochimie. Elle montre qu'une farine au taux d'extraction de 80 (provenant d'un blé de poids spécifique 77) possède une valeur alimentaire supérieure à celle d'une farine à 70 o/o ; que la farine au taux d'extraction de 85 vaut à peine moins que la farine à 80, et qu'enfin une farine à 85, progressivement enrichie en son, perd de sa valeur nutritive dans la proportion même où elle a été enrichie en son. Il y a sur tout ceci des observations décisives du Professeur Lapicque.

Ainsi, les hommes de laboratoire, biochimistes et physiologistes, sont d'accord avec les économistes pour prêcher en faveur des taux élevés d'extraction des farines. Prenons donc garde à ne pas abaisser inconsidérément les taux pratiques d'extraction de nos farines.

Nous étions arrivés à cette notion que le taux approprié d'extraction des farines se trouve autour de 80-82 o/o, mais qu'on ne peut prononcer de chiffres stricts, car il faut faire intervenir dans la fixation de ce taux, la connaissance du poids à l'hectolitre du blé. Et, rappelant la règle qui est appliquée dans l'industrie meunière, nous nous sommes demandé si cette règle n'est pas susceptible d'être révisée, si l'on ne peut pas retirer pratiquement du blé plus de farine que l'on en retire d'après ladite règle, et cela sans nuire aux opérations de la boulangerie et aux qualités du pain. Autrement dit, les économistes, les physiologistes et les chimistes demandent, pour les raisons que nous avons dites, des taux d'extraction aussi élevés que possible. Ne peut-on demander aux praticiens de se rapprocher de ce point de vue, de renoncer à leur règle et d'augmenter leur taux d'extraction ?

Quelle circonstance peut s'opposer à cet accord ? Il sera toujours loisible au meunier de livrer une farine à un taux d'extraction aussi élevé qu'il le voudra, puisque, au besoin, il lui suffirait, pour la constituer, de mélanger à la farine dite entière, quantité suffisante de bas produits, choisis naturellement parmi les meilleurs, quantité suffisante de remoulages blancs par exemple. Je ne disconviens pas, d'ailleurs, qu'il y a quelque chose de disgracieux, disons même d'apparemment illogique, de demander à des meuniers dont tout l'effort industriel a eu pour but une séparation aussi parfaite que possible de ce que l'on considère comme des bas produits (1), d'additionner une farine préparée avec un appareillage très perfectionné, d'une fraction même petite de ceux-ci.

Mais la circonstance fondamentale qui pourrait s'opposer à la révision souhaitée, c'est que l'élévation du taux d'extraction au-delà de ce que prescrit la règle classique conduisît à une farine se travaillant mal et donnant un pain ne possédant plus les qualités physiques et organoleptiques que l'on recherche. Aussi, le problème scientifique étant parfaitement clair et résolu dans le sens des taux élevés d'extraction, il m'apparaît que le problème devient d'ordre purement pratique et que c'est dans des expériences très simples de panification qu'il en faut chercher la solution définitive.

Cette solution est au reste acquise aujourd'hui à la suite d'expériences récentes, expériences qui ont été suivies à la fois par des techniciens émérites de la meunerie et de la boulangerie et par des chimistes et des biologistes au courant de la question au point de vue scientifique. Le détail de ces expériences ne saurait trouver place ici, mais on en comprendra facilement le canevas.

Soit une farine dont le taux d'extraction était représenté par le nombre indiquant en kilogrammes le poids de l'hectolitre du blé, diminué d'une unité ; à partir de celle-ci, l'on préparait des échantillons correspondant à des taux d'extraction de plus en plus élevés par addition de bas produits (successivement farine troisième, remoulages, bâtards, et même petit son). En possession de farines dont les taux d'extraction se trouvaient ainsi de plus en plus élevés, l'on faisait avec ces farines des pains suivant la technique habituelle qui était appliquée par un boulanger très expert en son métier. L'on notait comment se comportait la pâte au cours du pétrissage et de la fermentation et quels étaient les caractères des pains obtenus au point de vue : aspect général, développement, couleur, odeur, sapidité de la mie, etc...

On pressent que, pour un taux d'extraction dépassant la mesure raisonnable, l'on devait arriver à une pâte se travaillant mal, collante, grasse, et à un pain mal levé, de texture trop compacte et de couleur trop bise. L'on comprend aussi qu'avant d'atteindre ce terme peu enviable, l'on devait passer par des termes intermédiaires, inférieurs au point de vue de certaines qualités au pain témoin, mais encore très acceptables. *Il s'agissait d'apprécier à quelle limite supérieure il fallait s'arrêter.* Il ne faut pas évidemment dépasser la mesure. Si on la dépasse, on s'expose à fournir au boulanger une farine qui se travaillera mal, ce qui l'entraînera à des protestations justifiées auprès de ses fournisseur. On s'expose à fournir au consommateur un pain peu engageant par son aspect, sa texture et sa couleur, contre lequel il protestera lui-aussi, qu'il n'aura nul souci d'économiser et dont il gâchera même une fraction plus ou moins importante de la mie.

Certes, il faut lutter contre le préjugé du pain blanc. *Le pain blanc n'a aucune valeur alimentaire supérieure à celle du pain à mie blanc-crème, à peine bise, que fournissent les farines à taux d'extraction élevé. Sa valeur alimentaire se trouve même inférieure.* Ses qualités organoleptiques, son odeur, sa saveur, sa couleur, ne sont en rien supérieures; c'est même tout le contraire : la saveur du pain à mie blanc crème, très légèrement bise, est franchement plus agréable et une mie d'un blanc pur est, somme toute, moins séduisante à l'œil qu'une mie d'un blanc atténué. Mais, entraîné par le

(1) L'expression est, du reste, un peu fallacieuse en ce qui concerne tout au moins les remoulages blancs.

légitime souci de lutter contre le pain blanc, il n'est pas indispensable de préconiser un pain de couleur franchement bise, de texture médiocre, et de développement insuffisant. On sait quelle influence exerce sur l'appétit et sur les sécrétions digestives de chacun l'aspect même de l'aliment.

Les choses se sont passées dans les expériences en question, comme nous venons de le pressentir. Avec la farine de base, le pétrissage et la fermentation se comportaient normalement et les pains obtenus étaient, à tous égards, satisfaisants. Avec des farines à taux d'extraction poussé à l'extrême, le travail de la pâte se faisait moins bien ; la fermentation, cependant, restait à peu près normale. Mais les pains étaient fort médiocres, comme aspect, volume, texture, couleur. En partant d'un blé français, de la récolte de 1926 — et l'on sait que les blés de l'année dernière n'étaient pas fameux — *on a trouvé que l'on obtenait des produits encore très acceptables avec une farine extraite à un taux supérieur d'une unité au poids spécifique*. En partant d'un blé de la même année, mais constitué par un mélange de 25 o/o de blé français et 75 o/o de blés étrangers plus denses et plus riches en gluten, on a estimé que l'on pouvait obtenir des produits encore très acceptables, avec une farine extraite à un taux supérieur de 2 unités au poids spécifique.

Si l'on veut établir une règle qui soit applicable à nos blés français, qui soit générale, acceptable et acceptée, — et, si elle ne peut être tout cela, il est inutile de l'énoncer — il est expédient de ne pas trop demander. *Remplacer la règle de l'unité au-dessous du poids à l'hectolitre par la règle de l'unité au-dessus paraît répondre à ce desideratum*. C'est un moyen terme entre ce que pratiquaient les minotiers et ce que demandent les physiologistes (1). C'est un moyen terme auquel tout le monde peut se rallier. Il y aurait peut-être possibilité de faire un peu plus s'il n'existait que des moulins extrêmement perfectionnés, mais ce n'est évidemment pas le cas ; les petits moulins auront déjà bien du mal à obtenir des produits commercialement bons en respectant la règle.

Pour des blés dont le poids à l'hectolitre sera compris entre 72 et 80 kilos, nous aurons des farines à des taux d'extraction allant de 73 à 81. Avec les blés de la récolte de 1926, qui est très déficitaire, mais dont la qualité est par contre supérieure, nous devons pouvoir obtenir des farines à des taux d'extraction compris entre 75 et 80.. C'est, on le voit, une amélioration considérable sur les errements de jadis. C'est une économie importante pour le pays. On peut la chiffrer à plus de 300 millions annuellement.

Nous pensons qu'il faut s'en tenir là pour le moment. Arriver à mieux est affaire de nouveaux perfectionnements dans l'outillage dont on use dans l'industrie de la minoterie, de bris mieux assuré des parois des cellules à aleurone, de séparation plus précise des enveloppes purement cellulosiques du grain d'une part, de l'assise protéique, du germe et de l'amande d'autre part. Nous n'avons aucune compétence pour dire si de nouveaux perfectionnements sont possibles. C'est probable ; en tout cas il est peut-être sage d'attendre pour formuler de plus grandes exigences que les perfectionnements techniques déjà acquis, — et nous avons dit qu'ils étaient remarquables — aient eu au moins le temps de se diffuser plus largement. Et puis, il faut songer que nous sommes dans une période d'addition à la farine de blé, de farines de succédanés. Quels que soient ceux de ces succédanés qui, après les enquêtes dont ils sont l'objet, trouveront l'acquiescement des pouvoirs publics, ils donneront toujours des farines se comportant à la panification moins bien que la farine de blé ; beaucoup même donneront des farines qui, employées seules, seraient complètement impanifiables. L'addition de ces succédanés, défendable pour diverses raisons en temps d'insuffisance de nos récoltes, vient diminuer l'aptitude de nos farines à se prêter au travail du boulanger. Leur proportion doit être strictement définie. Raison de plus pour que le taux d'extraction des farines de blé soit, de son côté, défini avec prudence en cherchant à rapprocher les points de vue des hommes de science et ceux des praticiens. Ces points de vue sont aussi conciliables qu'est certain le désir de tous de bien servir les intérêts essentiels de la nation.

M. JAVILLIER,

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences,
Directeur du Laboratoire de Chimie physiologique
à l'Institut des Recherches agronomiques.

(1) C'est à ce moyen terme que s'est rallié le Gouvernement par le décret de juillet 1926. L'article que nous publions aujourd'hui était écrit dans ses grandes lignes dès ce moment là. Des raisons de convenance en ont retardé la publication.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

La Spirale M-33 appartient-elle à notre Univers ? — La nature des nébuleuses spirales et la place qu'elles occupent dans l'Univers sont parmi les principaux sujets de controverses des astronomes. Pour certains, ce sont des membres secondaires de notre galaxie, situés à ses confins ; pour d'autres ce sont des univers entièrement isolés du nôtre, mais de constitution assez analogue. La plupart des spirales apparaissent sur la voûte céleste comme des astres fort petits, nébuleux, dont la forme seule se devine ; quelques-unes sont au contraire d'une grande étendue, comme la nébuleuse d'Andromède dont les ramifications se prolongent à près de un degré de son centre. Ce sont des astres très complexes, d'une forme ordonnée, dont nous pouvons étudier un grand nombre de caractéristiques. La spirale du Triangle que représente la figure X... d'après la splendide photographie obtenue par le professeur G. Ritchey en 1910, est une des plus belles que nous puissions voir. M. Edwin Hubble vient d'en faire une étude à l'Observatoire du Mont-Wilson, d'où il conclut que cet astre est un système isolé d'étoiles et de nébuleuses situé bien au-delà de notre système galactique.

Fig. 7. — Nébuleuse du Triangle, d'après un cliché de G. Ritchey.

C'était, il y a quelques décades, une entreprise bien hardie, que, simplement de pénétrer dans le monde stellaire qui nous environne. Comment pouvons-nous maintenant lui assigner des limites, en sortir, et conclure que les Spirales lui sont étrangères ?

L'étude de la constitution du monde sidéral, repose essentiellement sur la mesure des distances des étoiles. Cette mesure peut se faire directement par le procédé même utilisé par les topographes pour déterminer sur terre la distance d'un point inaccessible, la visée du point aux deux extrémités d'une base de longueur connue. La base employée par les astronomes peut être soit le diamètre de l'orbite terrestre, l'angle qu'elle soustend alors est la parallaxe de l'étoile, soit le chemin parcouru par le système solaire dans son déplacement d'ensemble dans l'espace.

La première base est bien courte ; la deuxième s'allonge proportionnellement au temps ; avec un peu de patience, elle pourrait servir à mesurer toutes distances. Sans nous attarder sur les difficultés que présente son emploi, re-

marquons que la méthode directe ne peut s'appliquer actuellement qu'aux astres proches de nous; mais elle sert de fondement à des méthodes indirectes basées sur certaines propriétés physiques des étoiles, et qui s'appliquent quelle que soit la distance.

Ces méthodes reposent sur la mesure photométrique de l'éclat de l'étoile. Une source lumineuse paraît d'autant plus faible qu'elle est plus éloignée. L'éclairement qu'elle produit sur un écran varie en raison inverse du carré de la distance de la source à l'écran. Supposons que nous connaissions l'intensité de la source, c'est-à-dire l'éclairement qu'elle produirait à l'unité de distance; pour avoir sa distance, il suffira de mesurer l'éclairement qu'elle produit de la position qu'elle occupe. Nous mesurons sans peine les éclairements des étoiles sur nos objectifs, leurs éclats; la difficulté est de connaître leurs intensités, ce que les astronomes appellent leurs éclats absolus, c'est-à-dire les éclairements qu'elles produiraient si elles étaient toutes à la même distance du soleil, 32 années de lumière par exemple. Cette connaissance est possible pour certains astres, les Céphéïdes, les Novæ, les étoiles géantes de certains types spectraux.

Les Céphéïdes sont des étoiles dont la lumière subit une variation continue que l'on est porté à attribuer non pas à des éclipses, mais à des modifications internes du corps. L'astre serait soumis à des pulsations rapides dont les phases seraient accompagnées d'échauffement au moment de la compression, de refroidissement au moment de la dilatation, par suite d'augmentation ou de diminution d'éclat. La période d'une pulsation d'un corps dépend de ses dimensions, de son élasticité, en un mot de son état physique; l'intensité lumineuse d'un astre est aussi fonction de son état physique; on pouvait donc s'attendre à ce que les intensités lumineuses des Céphéides soient fonction de leurs périodes. C'est ce que l'observation a confirmé. La relation entre les éclats absolus et les durées de période ont été déterminées grâce à celles d'entre elles dont on peut mesurer directement la parallaxe; les distances des autres se tirent de la connaissance de leurs périodes et de la mesure photométrique de leur éclat.

Les Novæ sont des astres dont l'éclat à un certain moment de leur vie s'accroît soudainement de plusieurs grandeurs, puis diminue progressivement tandis qu'une nébulosité paraît prendre naissance autour de l'astre. Il est vraisemblable que l'augmentation énorme de température manifestée par cet accroissement d'éclat provient d'une sorte d'explosion produite par le frottement de l'astre dans un milieu nébuleux où il vient de pénétrer et que ce phénomène ne peut arriver que lorsque l'étoile est dans un état physique déterminé. Quoi qu'il en soit de la cause de leur apparition, les Novæ don on a pu mesurer directement la distance paraissent acquérir sensiblement le même éclat absolu au moment de leur explosion. Supposant cette règle exacte la mesure de l'éclat d'un nova au moment de son maximum, suffit pour en fixer la distance. Certaines autres étoiles ont aussi un éclat absolu qui paraît bien défini; ce sont les étoiles géantes bleues, des types Bo et Oe5 englobées le plus souvent dans une nébulosité diffuse.

Ce sont principalement, ces diverses méthodes photométriques qui nous ont donné les distances des amas globulaires. Leur application aux spirales suppose avant tout que les astres qui composent ces mondes jouissent des mêmes propriétés que les étoiles de notre galaxie. Or les branches des spirales, comme on le voit bien sur la figure, sont formées de condensation d'aspect plus ou moins nébuleux, que G. W. Ritchey désigne sous le nom d'étoiles nébuleuses, que l'on a souvent interprétées comme étoiles en voie de formation, mais auxquelles on ne peut sans preuves attribuer les propriétés des étoiles. Le caractère nébuleux de ces condensations a été conclu d'après des photographies faites le plus souvent avec des réflecteurs de grande ouverture centrés sur le noyau. L'aire de meilleure définition est réduite à la région centrale, où règne une quantité considérable de nébulosité irrésoluble. Dans les régions extérieures, où la nébulosité est plus rare, les diverses aberrations étalent considérablement les images stellaires et peuvent à tort les faire paraître diffuses. M. Hubble, en utilisant la pleine ouverture du réflecteur de 100 pouces a fait plusieurs photographies en centrant la plaque non sur le noyau, mais sur les branches. Les images sont alors aussi petites et aussi nettes que celles des étoiles ordinaires d'égales grandeurs. Il a trouvé dans les variables et les Novæ découvertes dans ces astres, les caractères ordinaires des Céphéides et des Novæ galactiques. La fonction des luminosités, qui donne la répartition des étoiles par grandeur est presque superposable à celle que Kapteyn avait établie pour les galactiques. De ces faits, M. Hubble conclut que les lois applicables aux étoiles galactiques s'appliquent aussi aux étoiles des Spirales, et qu'on peut les utiliser pour mesurer la distance et les dimensions de ces mondes. La Spirale du Triangle se trouverait à 800.000 années de lumière du soleil, donc nettement en dehors de l'univers galactique dont les limites, d'après les estimations les plus larges, seraient éloignées de nous de 100.000 années de lumière. J. B.

Physique

Les radiations des atomes. — On sait que, dans le modèle atomique de Rutherford, la presque totalité de la masse réside dans un noyau très petit positivement chargé. Autour du noyau, des électrons périphériques se répartissent sur des orbites successives, désignées suivant l'usage, à partir de la plus interne, par les lettres K, L. M. N., etc.

Selon Bohr, il ne peut y avoir émission ou absorption de radiation que lorsqu'un des électrons périphériques passe d'une orbite à une autre. Tandis que, dans les conceptions électromagnétiques, où la lumière est caractéristique de l'atome, supposé le corps oscillant, on prévoit qu'une faible action est susceptible de donner lieu à une faible lumière, Bohr postule, au contraire, que l'atome est normalement incapable de rayonner, et ne le fait que lorsque l'énergie qu'il reçoit d'un agent excitateur atteint un quantum donné.

L'expérience de G. Hertz est, à cet égard, très suggestive. Un fil de platine est porté à l'incandescence au sein d'un mélange de vapeur de mercure et d'hélium. Tant que la température du filament demeure trop basse, on n'aperçoit que la lueur du platine lui-même. En augmentant le courant de chauffage, on observe la luminescence verte de la vapeur de mercure. En intensifiant encore, la luminescence vire au rose, par suite de l'excitation de l'hélium. Il faut, en effet, que les électrons émis par le platine chaud soient suffisamment rapides pour exciter la vapeur de mercure, et plus encore pour exciter l'hélium. Avant que les énergies critiques ne soient atteintes, il n'y a aucun effet, les électrons n'agissent pas.

Les radiations monochromatiques d'un atome excité ne sont fonctions que de sa structure et nullement du mode d'excitation : ce sont ses radiations caractéristiques, correspondant à ses fréquences naturelles.

Dans le cas de l'ionisation, c'est-à-dire de la perte d'un électron, l'atome se réorganise entièrement. L'élec-

tron perdu est remplacé par un électron de l'orbite contiguë.

Sans perdre nécessairement un électron sous l'influence d'un agent excitateur, un atome peut n'être que le siège d'une conversion d'énergie. S'il absorbe une lumière d'une de ses propres fréquences caractéristiques, un de ses électrons change d'orbite et passe à un niveau plus éloigné du noyau. Le retour de cet électron à son orbite original provoque l'émission d'une radiation, de la même fréquence que la radiation préalablement absorbée, et qui est ce qu'on appelle une radiation de résonance.

Lorsque l'électron vient au repos dans la couche électronique la plus externe, c'est de la lumière qui se produit. Lorsque le niveau d'arrivée est plus profond, il y a émission de rayons X. Toutes les raies spectrales d'un élément dériveraient de ce processus.

Dans les spectres X, les raies se superposent à un spectre continu, qui se termine brusquement à une certaine longueur d'onde minima, fonction de l'énergie des rayons cathodiques, électrons qui, dans le tube à vide, bombardent l'anticathode. Chacun de ceux-ci, de charge e, se mouvant sous la tension accélératrive V, a une énergie égale à Ve. La fréquence ν de la limite du spectre continu est fixée par l'équation photoélectrique d'Einstein

$$h\nu = Ve$$

h étant la contante de Planck, égale à $6{,}55.\ 10^{-27}$.

Cette équation fondamentale de la photoélectricité relie la fréquence du rayonnement X à l'énergie des photoélectrons cathodiques et d'une façon plus générale, elle relie les rayonnements ondulatoires et corpusculaires qui se correspondent. Elle permet de calculer le voltage nécessaire pour l'excitation d'une vibration de longueur d'onde donnée, ou inversement la longueur d'onde à partir du voltage. C'est à cette dernière détermination qu'on se livre pour analyser le rayonnement X, connaissant le régime de fonctionnement du tube à vide où il est engendré.

On part encore de ces considérations pour analyser les rayonnements béta et gamma des substances radioactives, analogues aux rayonnements des tubes à vide. Les rayons béta sont des électrons comme les particules cathodiques, tandis que les rayons gamma ne sont autres que des rayons X de très petite longueur d'onde. Les rayons béta peuvent être considérés comme les photoélectrons naturels des rayons gamma.

On peut déterminer l'énergie des particules béta en les soumettant à des forces de grandeur connue, et qu'on réalise au moyen de champs électriques et magnétiques. Par exemple, dans un champ magnétique H, une particule béta de charge e et de vitesse v suit une trajectoire circulaire de rayon ρ telle que

$$H\rho = \frac{mv}{e}\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

où c étant la vitesse de la lumière.

Au moyen d'un dispositif approprié, on fait converger tous les rayons béta de même vitesse à un même foyer, où ils donnent une raie sur une plaque photographique convenablement placée. De la position des raies, on déduit l'énergie des rayons béta, d'où leur vitesse. Puis on calcule la fréquence et la longueur d'onde des rayons gamma d'après l'équation d'Einstein, qu'on extrapole ici, bien qu'il s'agisse de phénomènes concernant le noyau lui-même et non plus la région périphérique.

On peut ainsi déterminer les longueurs d'onde pour l'échelle entière des radiations. Le tableau suivant, reproduit d'après Rutherford, quelques-unes de ces valeurs, avec les énergies correspondantes en volts.

	Longueurs d'onde en cm.	Energies en volts
Lumière jaune	$5{,}9\ 10^{-5}$	2,07
Rayons X, mous	$1\ 10^{-8}$	12.200
Rayons X durs	$8{,}3\ 10^{-10}$	100.000
Rayons gamma	$8{,}3\ 10^{-11}$	1.000.000
Rayons gamma courts	$2{,}8\ 10^{-11}$	3.000.000
Rayons gamma très courts ..	$8{,}3\ 10^{-12}$	10.000.000
Rayons gamma de haute fréquence	$8{,}3\ 10^{-13}$	100.000.000

La relation d'Einstein permet donc d'avoir des données sur les taux de vibration du noyau dont proviennent les rayons gamma. Elle conduit à des valeurs d'énergie formidables. Les rayons gamma du radium B ont une fréquence correspondant à 2.500.000 volts, et il faut présumer qu'il existe d'autres rayons gamma, dont les fréquences se rapportent à des tensions atteignant 5.000.000 ou 7.000.000 de volts. Des valeurs supérieures encore sont fournies par la radiation pénétrante de l'atmosphère, à laquelle Millihan attribue une origine cosmique, tandis que C. T. R. Wilson l'impute à des orages constamment en progression à la surface de la terre. On ne sait rien du mode de production des rayons gamma. D'après les travaux de Ellis, il y aurait, à l'intérieur du noyau, des niveaux déterminés, tout à fait analogues aux niveaux périphériques.

Les calculs à partir de l'équation d'Einstein exigent toutefois une correction, car ce n'est pas avec l'énergie totale du quantum de lumière que l'électron se trouve rejeté, mais avec cette énergie diminuée de l'énergie d'extraction. L'énergie du rayon gamma est dépensée, en effet, non seulement à lancer un électron avec une certaine vitesse, mais aussi à fournir le travail nécessaire pour le chasser du champ d'attraction du noyau positif.

Rutherford a obtenu des indications sur ce point en déterminant l'énergie des rayons béta secondaires, ou photoélectrons, excités par les rayons gamma sur divers radiateurs. L'expérience faite pour l'uranium, le plomb, le platine et le tungstène, indique que l'énergie d'extraction est d'autant plus grande que le numéro atomique de l'élément est plus élevé, c'est-à-dire que ses électrons périphériques sont plus nombreux. Le travail d'extraction peut être relativement considérable. Dans le cas de l'uranium, pour le niveau K, il dépasserait 100.000 volts.

S. V.

Spectrographie

La cristallisation imparfaite des substances usuelles. — On sait quelle contribution importante la spectrographie des rayons X est venue apporter à nos connaissances cristallographiques. Actuellement, les applications de la technique, s'étendant toujours davantage, s'adressent aux substances d'usage courant et aux tissus de l'économie animale et végétale. C'est de ce sujet que Sir William Bragg est venu récemment, dans deux conférences, entretenir la Royal Institution (1).

Nous rapellerons d'abord, en quelques mots, les différents modes d'application de la spectrographie des rayons X.

Le procédé de Laue, le premier en date, consiste à faire tomber sur un cristal un pinceau de rayons hétérogènes. Les spectrogrammes qu'on obtient dans ces conditions résultent de réflexions qui se produisent sur les

(1) *Nature* (de Londres), 24 juillet 1926.

diverses séries de plans réticulaires. L'arrangement des taches photographiques est étroitement lié à la symétrie du cristal.

Dans une autre méthode aujourd'hui utilisée pour les recherches, celle du cristal tournant, on fait tomber sur un cristal en rotation autour d'un axe, un pinceau de rayons X perpendiculaire à cet axe. Chaque série de plans réticulaires vient à son tour réfléchir la radiation, pourvu que l'équidistance des plans reste comprise entre certaines limites.

Dans une troisième technique enfin, due à Debye et Scherrer et à Hull, on fait tomber un faisceau X monochromatique sur une poudre cristalline, c'est-à-dire sur une grande quantité de petits cristaux disposés entièrement au hasard. Le spectrogramme se compose d'anneaux concentriques, dont chacun est dû à l'ensemble des réflexions sur une série de plans réticulaires, ceux-ci prenant dans les divers cristaux toutes les orientations possibles.

Cette dernière méthode semble susceptible d'une grande extension, et grâce à elle, beaucoup d'objets, qui ne se révèlent cristallins ni à l'œil, ni même au microscope, sont pourtant reconnus tels par la spectrographie X. C'est ce qui se passe, par exemple, pour les graisses, le coton, la soie. Dans certains cas, les petits cristaux sont dans un désordre complet. Dans d'autres, ils accusent un arrangement partiel, qui peut être dû à une action préalable, effort ou traitement mécanique, comme le martelage d'une feuille métallique ou l'étirage d'un fil. Dans les tissus vivants, il est à présumer que l'orientation des cristaux n'est pas sans corrélation avec la croissance.

Avec un faisceau X monochromatique, une agglomération de petits cristaux possédant une direction commune, fournit le même spectrogramme qu'un cristal isolé, en rotation durant l'exposition. L'amiante donne un résultat de ce genre lorsque ses fibres sont tendues perpendiculairement aux rayons.

Avec un arrangement moins parfait des petits cristaux, le spectrogramme, dépourvu d'un certain nombre de taches, est analogue à celui d'un cristal isolé qui n'aurait pas effectué une révolution complète. Les taches affectent, le plus souvent, la forme d'arcs de cercle. Si la direction commune des cristaux vient à varier, une tache, sans quitter son cercle, ne peut que s'étaler sur lui autant que la longueur d'onde reste la même. L'effet est celui qu'on obtiendrait avec un cristal isolé, dont l'axe de rotation ne demeurerait pas immobile.

S'il y a incertitude complète quant à l'orientation des petits cristaux, c'est-à-dire en l'absence de toute direction commune, la tache envahit tout le cercle, et on trouve les photographies anneaux de Debye et Scherrer et de Hull.

Dans l'autre cas extrême, celui d'un cristal unique, la méthode ne donne rien, à moins d'une rotation.

Ainsi, la spectrographie par rayons X monochromatiques renseigne sur l'état de la cristallisation.

Avec des substances renfermant plus ou moins de cellulose, les spectrogrammes montrent tous l'existence de cristaux de même réseau. Dans la ramie, les petits cristaux ont une direction approximativement perpendiculaire à la fibre. Dans l'ouate en tampon, ils sont distribués entièrement au hasard, comme le montrent les spectrogrammes en anneaux; cependant, en alignant les fibres parallèlement les unes aux autres, on remarque une certaine tendance à un axe commun. On a attribué à la structure spirale des fibres de coton le fait que l'arrangement ne soit pas ici complet.

La mercerisation modifie les spectrogrammes. Elle provoque un déplacement perceptible des taches et une variation de leurs intensités relatives.

Les soies artificielles présentent, comme il est à prévoir, les caractères de la cellulose.

Les tissus organiques commencent aussi à faire l'objet d'observations de ce genre, et nul doute que la méthode ne parvienne à nous mettre en mains, dans un avenir plus ou moins proche, des données du plus grand intérêt pour la compréhension des structures et pour celle des processus vitaux. S. V.

Électricité

Une protection radioélectrique contre les cambrioleurs. — Il est maintenant possible, au moyen d'appareils radioélectriques, de protéger convenablement un objet contre les cambrioleurs. On ne peut, en effet, s'approcher de tels appareils sans qu'aussitôt une sonnerie entre en action. Voici le principe d'un poste construit en Amérique et qui, paraît-il, donne de bons résultats.

Le montage est rendu suffisamment explicite par le schéma ci-dessous Dès qu'une personne s'approche du coffre-fort, la capacité entre ce dernier et la feuille mé-

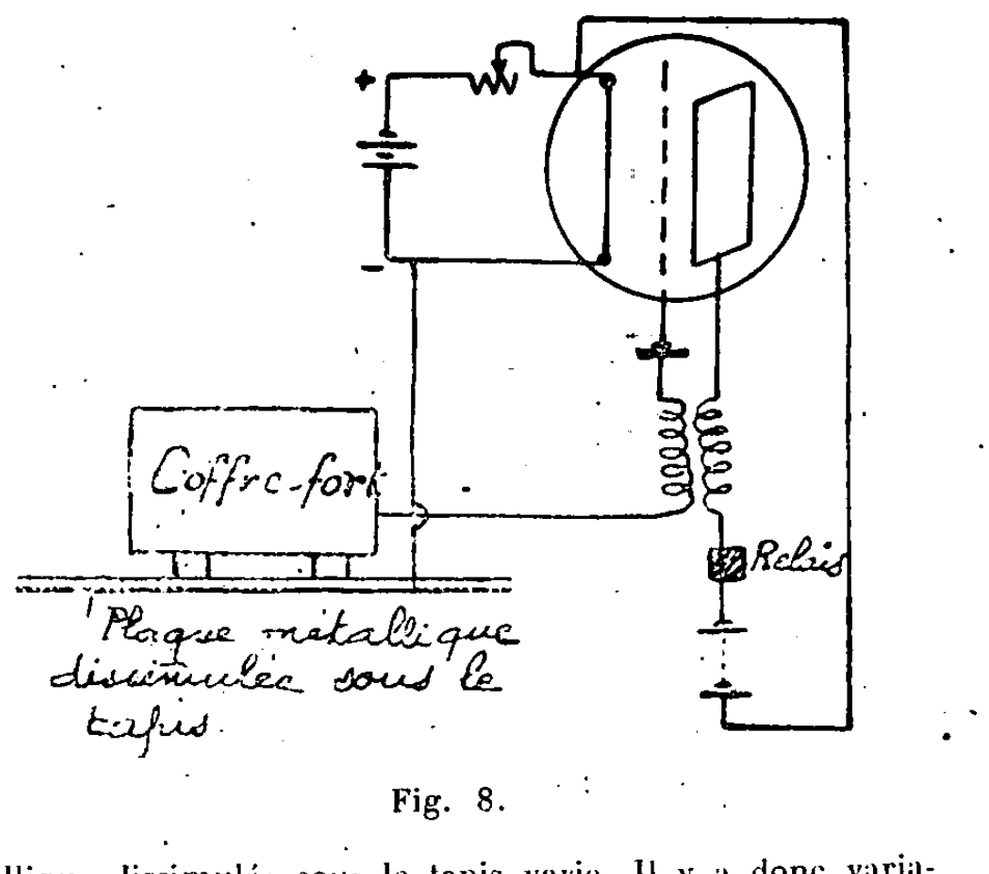


Fig. 8.

tallique dissimulée sous le tapis varie. Il y a donc variation ou cessation des oscillations entretenues par le tube et variation du courant plaque pouvant actionner un relai. Ce dernier commande une sonnerie d'alarme.

Nous ne donnons pas les valeurs numériques des éléments constitutifs du poste, car ils se rapportent à une triode américaine. Avec une triode française, il suffirait de tâtonner un peu pour trouver les valeurs convenables. P. A.

Médecine

Le syndrome rachitique. — Dans le grand public on croit généralement, que le rachitisme est une affection limitée au squelette. M. A. Marfan vient de rappeler qu'il n'en est rien et que si les déformations osseuses constituent la manifestation la plus apparente de l'état rachitique elles sont accompagnées de troubles de divers appareils ou systèmes, dont les plus constants sont le gonflement des organes hémo-lymphatiques, l'anémie, certaines modifications de la composition du sang (hypophosphatémie et hypocalcémie et l'hypotomie musculaire. (*Paris Médical*, 6 novembre 1926).

Comme le fait remarquer M. Marfan, il est d'autres troubles ou lésions beaucoup moins fréquentes qui, cependant,

ne s'observent que chez les rachitiques. Ce sont en particulier la tétanie, cet état caractérisé par des contractions intermittentes, plus ou moins douloureuses,atteignant surtout les extrémités; la catatonie, syndrome dans lequel les malades présentent des attitudes figées dues à la contraction tonique des muscles d'une région du corps; l'anémie splinique pseudo-leucimique et cet état, qualifié lymphatico-thymique, dans lequel on constate de l'hypertrophie du thymus, de la polyadinie, de l'anémie, un développement excessif de pannicules adipeux et une disposition particulière à la mort subite.

Tous ces états pathologiques étant des symptômes, des formes du rachitisme, ou bien des phénomènes morbides se rattachant incontestablement à cette affection, on ne peut plus dire que celle-ci atteint seulement le système osseux. C'est donc bien une maladie frappant l'organisme tout entier et dont on ne doit négliger aucun de ses divers aspects quand on veut étudier sa pathogénie. A. B.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Métallurgie

Les silicium du fer. — Dès qu'on eut reconnu l'importance de la teneur en silicium dans la fonte grise et aussi pour les qualités spéciales de fontes et d'aciers, la fabrication et l'emploi des alliages siliceux prirent une extension rapide. L'étude de la structure de ces alliages et surtout de la question de formation de combinaison entre ces deux éléments et la détermination de l'action du silicium sur les propriétés de la fonte et de l'acier acquit une importance de plus en plus grande. On peut actuellement admettre l'existence des trois siliciures, $FeSi^2$, FeSi et Fe^2Si. On a, ces deux dernières années, reconnu indubitablement l'existence du monosiliciure FeSi.

L'existence du siliciure Fe^2Si est fort douteuse. On peut, par contre, admettre l'existence de la combinaison Fe^3Si^2. Les recherches n'ont donné aucune indication sur l'existence d'autres siliciures. L'auteur étudie l'action du silicium sur les transformations du fer et la constitution des alliages ternaires riches en fer du système fer, silicium, carbone. Malheureusement, par suite des propriétés mécaniques très faibles des alliages à haute teneur en silicium, on ne peut tirer parti en pratique de leur résistance chimique extraordinaire. Les siliciures sont tous caractérisés par leur grande dureté, leur cristallisation à gros grain et leur fragilité, leurs propriétés se rapprochent beaucoup de celles du silicium. Il ne peut être question ni d'enlever des copeaux, ni de forger les alliages contenant plus de 5 p. 100 de silicium. Au fur et à mesure que la teneur en silicium augmente, on éprouve aussi de plus en plus de difficultés pour produire des moulages, car la fragilité croissante donne facilement des criques à la suite des tensions de contraction. Cependant, en augmentant la teneur en carbone, on élimine la fragilité et l'on peut arriver à fabriquer des moulages contenant jusqu'à 20 p. c. de silicium et résistant très bien aux acides, on emploie ces alliages dans l'industrie chimique. Par contre, les alliages connus sous le nom de ferrosiliciums qu'on produit au fourneau jusqu'à la teneur de 12 p. 100. Si au four électrique jusqu'à la teneur de 90 p. 100 ne sont employés que dans des procédés métallurgiques comme désoxydants dans la fabrication de l'acier. Dans l'électrotechnique les alliages de fer et de silicium contenant jusqu'à 4 p. 100. Si ont trouvé depuis le commencement de ce siècle, de nombreux usages, surtout quand on eut constaté leur avantage pour la fabrication des tôles de dynamos et de transformateurs. On constata, en effet, que comparativement aux aciers exempts de silicium exclusivement employés jusqu'alors. les aciers au silicium présentaient beaucoup moins de pertes par courants de Foucault, leur force coercitive et les pertes par hystérésis sont bien plus faibles et leur perméabilité plus grande. La supériorité de la tôle d'acier au silicium vis-à-vis de la tôle ordinaire pour transformateurs s'exprime surtout dans la réduction du chiffre des pertes, c'est-à-dire de la somme des pertes par courants de Foucault et par hystérésis qui ne dépasse pas le tiers des pertes habituelles. On a constaté qu'il ne fallait pas attribuer l'amélioration des propriétés magnétiques à une action directe du silicium, mais plutôt à une action indirecte en ce sens que le silicium empêche le carbone de se dissoudre et provoque même la décomposition du carbure de fer en précipitant le graphite. La teneur en silicium dans ces produits, est limitée à environ 4 p. c. car au-delà, il ne serait plus possible de laminer le métal en tôles minces. L'addition de silicium au fer n'augmente pas seulement sa résistance mais augmente aussi sa limite d'élasticité, ce n'est qu'au-delà de 2 p. c. Si que la ténacité diminue quelque peu. On en profite dans la fabrication des aciers pour ressorts en ajoutant à des aciers à teneur moyenne en carbone, du silicium en teneur de 0,5 à 0,2 p. 100 suivant l'usage auquel on les destine. Ces derniers temps on a cherché à faire des aciers très résistants pour la construction des charpentes en donnant à des aciers pauvres en carbone une teneur en silicium s'élevant jusqu'à 1 p. 100 (*Die Metall Börse*, 29-5-26). E. P.

Industrie

L'industrie de l'huile de palme. — On sait que l'huile de palme est très employée dans les industries des bougies et des savons, elle sert également dans la fabrication de la margarine et l'industrie du fer blanc. Dans cette dernière branche de l'industrie, son emploi est destiné à protéger les tôles chauffées, de l'oxydation avant leur trempage dans le bain d'étain. Jusque maintenant, c'est l'Afrique Occidentale qui a exclusivement procuré l'huile de palme; on extrait celle huile du péricarpe fibreux enveloppant l'écaille des noisettes qui se forment en grappes sur le palmier. On exprime l'huile employée pour la fabrication du savon et aussi de la margarine et du chocolat, des amandes importées en sacs. S'est l'huile du péricarpe qui constitue l'huile de palme du commerce, c'est le produit le plus important et on l'extrait sur place parce que la palme se décompose rapidement et aussi pour éviter de transporter la partie du fruit qui est inutile. Ce qui indique l'importance de cette industrie, c'est qu'en 1924, l'Angleterre a importé environ 74.000 tonnes d'huile de palme brute valant environ 2.850.000 livres. De ce tonnage, 58.000 tonnes venaient de la Nigérie.

Jusqu'aujourd'hui, on a eu recours au travail des indigènes pour fabriquer cette huile, leur méthode de travail était absolument grossière, ils cassaient les noisettes à la main pour en retirer le noyau; mais ces dernières années, on a fait des efforts sérieux pour procurer un meilleur rendement à cette industrie en introduisant des machines venant d'Europe. La plus grande amélioration dans cette industrie a été procurée par la culture du

palmier dans les Indes Hollandaises et l'emploi normal des machines pour fabriquer l'huile. Cela a amené les producteurs de l'Afrique Occidentale à établir dans les endroits convenables des usines centrales munies des derniers perfectionnements. Aujourd'hui, on stérilise les fruits immédiatement après leur cueillette et emploie la force centrifuge pour extraire l'huile du péricarpe.

Après avoir extrait l'huile du péricarpe, et avoir brisé mécaniquement les noisettes, on sépare l'amande de l'écaille, en les jetant dans un bain de saumure dont la densité est réglée de façon à faire flotter les amandes, tandis que les écailles s'enfoncent. On obtient ainsi une séparation parfaite et l'on réduit les pertes de sel en faisant passer les amandes et les écailles dans des dessiccateurs centrifuges et ramenant la saumure dans le bain. D'habitude, cependant, on perd un peu de sel en effectuant cette séparation dans un bain de saumure et le sel étant relativement cher dans l'Afrique Occidentale, certaines usines font la séparation dans de l'eau contenant de l'argile suspendue. Il faut sécher les amandes avant de les mettre en sacs pour les exporter et les écailler pour pouvoir s'en servir comme combustible, quand on emploie un procédé humide pour les séparer; aussi cherche-t-on actuellement un procédé à sec pour faire cette séparation. Plusieurs maisons anglaises ont déjà construit des machines pour séparer à sec; l'une de ces machines comprend essentiellement quatre grilles auxquelles on donne un mouvement combiné de levée alternatif et sous lesquelles on injecte un courant d'air. Le mélange d'amandes et d'écailles broyées qui souvent contient encore quelques noisettes intactes est jeté sur la grille du haut qui retient les noisettes intactes et les trop gros morceaux. La seconde grille retient les gros morceaux d'écaille mais laisse passer la plus grande partie du produit. La troisième grille est assez fine pour retenir les amandes, mais laisse passer les petits morceaux d'écaille. De la quatrième grille sur laquelle on fait venir les amandes, on les fait passer dans un fort courant d'air qui enlève les morceaux d'écaille restant encore parmi les amandes. Mais ce problème est assez compliqué, par suite du peu de différence dans le poids et les dimensions des grains et on n'y a pas encore trouvé de solution convenable.

L'installation de grandes usines semble être le moyen le plus efficace pour résoudre ces questions et il est probable que d'ici peu on va en installer plusieurs dans l'Afrique Occidentale. (*Engineering*, 10-9-26). E. P

Agriculture

Le dérochement des terres cultivables, à l'aide d'explosifs. — Beaucoup de terres de bonne qualité sont encombrées de blocs de rochers qui rendent leur culture pratiquement impossible. Il est dans bien des cas avantageux de faire sauter ces blocs à la mine, autant que possible avec de la poudre et non de la dynamite afin de réduire les blocs non en miettes, mais en morceaux faciles à enlever et à utiliser pour la construction.

M. Ringelmann a rendu compte à l'Académie d'Agriculture, 31 mars, des essais faits par M. Vacher en Bourbonnais, qui a, par des dérochements bien conduits, augmenté le rendement et la valeur de ses terres dans une grande proportion. Il cite les nouveaux essais faits par M. Piédallu, sous les auspices de l'Institut des Recherches agronomiques. Cet expérimentateur a employé un explosif à base d'acide picrique, plus ou moins mélangé de dinitronaphtaline, il ne semble pas avoir donné la composition exacte de cet explosif vendu sous certaines garanties présentées par les acheteurs. Laissant de côté le but commercial, les expériences de M. Piédallu ont eu un nouveau résultat, elles ont montré que ces travaux de dérochage sont faciles, et fixé quelques détails d'application. Il est regrettable, toutefois, qu'elles n'aient pas eu le caractère d'essais comparatifs. Parmi les résultats dont peuvent profiter les agriculteurs, citons celui-ci. M. Piédallu a remarqué qu'en chargeant sous le bloc à faire sauter, on obtient des morceaux assez gros, comme pierre à bâtir, tandis qu'en chargeant dessus on obtient des fragments petits, pour béton ou empierrement de routes, ces expériences sont donc du plus grand intérêt pratique.

Enfin, signalons dans le but d'être utile aux agriculteurs la méthode qui est employée par des cultivateurs pour se débarrasser des gros blocs de pierre dont ils ne pourraient utiliser les fragments. Ils se contentent de creuser à côté du monolithe une fosse assez grande pour l'enterrer et ils l'y font basculer. Il est probable que beaucoup de « menhirs » ont disparu de cette façon.

L. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 décembre 1926.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Riquier.* — **Sur l'intégration générale de l'équation aux dérivées partielles** $s = f(x, y, z, q)$.

— *Paul Montel.* — **Sur les domaines correspondant aux valeurs des fonctions analytiques.**

— *G. Vranceanu* (prés. par M. J. Hadamard). — **Sur le calcul différentiel absolu pour les variétés non holonomes.**

— *J. Delsarte* (prés. par M. Goursat). — **Etude de certaines équations intégrales qui généralisent celles de Fredholm.**

— *H. Mineur* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur le calcul différentiel absolu.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand Gambier.* — **Déformation des surfaces et équations de Gauss-Codazzi.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *H. Andoyer.* — **Sur la méthode de Delaunay.**

RELATIVITÉ. *Jean Chazy* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la formule de l'effet Doppler-Fizeau dans l'Univers de Sitter.**

NAVIGATION. — *E.-F. Fournier.* — **Lois générales, inédites, de la formation du profil vertical ondulatoire de la houle satellite d'un navire en marche, par mer plate.**

THERMODYNAMIQUE APPLIQUÉE. — *Jean Rey* (prés. par M. E. Fichot). — **Utilisation industrielle de l'énergie d'un liquide chaud dans une turbine à vapeur.**

Cette Note a pour but de rappeler qu'une installation industrielle basée sur le même principe physique que celui invoqué par M. G. Claude (*C. R.* 183, 1926, p. 924) a été réalisée en 1904 par le Directeur des Usines de Dombasle-sur-Meurthe qui a cherché à utiliser l'énergie calorifique d'un liquide salin chaud, sortant d'appareils installés dans ces usines, à une température d'environ 116° pour produire de la vapeur à utiliser dans une turbine. La température d'ébullition de ce liquide, qui renfermait une proportion importante de sels, était de 102° sous la pression de 740 m/m. de mercure. Une installation permettant d'obtenir une puissance de 300 à 400 kilowatts fut construit par la Maison Sautter-Harlé. L'installation fonctionna une année seulement, car l'usure des aubages et des disques rendait le procédé onéreux. Aujourd'hui, il

est possible de remédier à cet inconvénient. Le projet élaboré par M. Claude semble présenter des difficultés plus considérables.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *E.-M. Antoniadi* (prés. par M. H. Deslandres). — **Changements opérés sur la planète Jupiter.**

Poursuivant les recherches sur Jupiter, qu'il a exposées récemment (*C. R.*, 183, 1926, p. 267), l'auteur a observé, en septembre dernier, vers les régions polaires de la planète, des traînées claires, sinueuses et déchiquetées, très inclinées sur le parallèle et offrant un aspect comparable aux facules du Soleil. Il a constaté, en outre, des modifications quotidiennes dans l'aspect de la tache rouge, et noté dans la zone équatoriale des filaments bleu clair, émanant souvent de taches bleues foncées situées au bord méridional de la grande bande tropicale nord.

GÉODÉSIE. — *P. Helbronner* (prés. par M. Charles Lallemand). — **Résultats de la jonction géodésique directe de la Corse au Continent français.**

Ces résultats sont exposés dans deux tableaux et un schéma.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *V. Poseppal* (transm. par M. Pierre Weiss). — **L'absorption de résonance et le rendement de la fluorescence dans le domaine des rayons X.**

Pour le rendement de la fluorescence dans le niveau K, M. Auger a trouvé les valeurs R = 0,07 pour l'argon, 0,5 pour le kryton et 0,7 pour le xénon. Dans la présente Note l'auteur a cherché à déduire une expression générale de ce rendement en admettant l'absorption de résonance dans le domaine des rayons X.

ÉLECTRICITÉ ET OPTIQUE. *Edgard Pierre Tarwil* (prés. par M. Ferrié). — **Sur les variations des propriétés optiques du quartz piézo-électrique soumis à des courants de haute fréquence.**

Une lame découpée dans un cristal de quartz de façon que deux de ses faces soient normales à un axe électrique et deux autres normales à l'axe optique, présente certains phénomènes optiques lorsqu'elle est examinée en lumière polarisée, et dans les conditions expérimentales indiquées par l'auteur. Il a observé, notamment, une apparition de lumière dont l'intensité est variable, en même temps que des dessins se forment sur la lame : arabesques noires sur fond lumineux : ces dessins très variés et très nombreux changent avec la fréquence. Parfois irréguliers et offrant l'aspect enchevêtré d'un puzzle, la plupart d'entre eux forment des figures géométriques bien caractérisées qui se retrouvent toujours les mêmes pour une fréquence déterminée. En modifiant les conditions de l'expérience, la lame au repos présentait une couleur uniforme sur toute sa surface, mais dès qu'elle était mise en résonance, un changement de couleur apparaissait en teintes dégradées soit au centre de la lame, soit dans les positions symétriques suivant sur mode de vibration. Les résultats obtenus, l'auteur pense pouvoir en trouver des applications à la création d'oscillographes, de modulateurs de lumière pour la téléphotographie et la télévision.

MÉTROLOGIE. — *Albert Pérard* (prés. par M. Hamy). — **Etude des radiations monochromatiques du cadmium dans les lampes Michelson et Hamy en vue de leurs applications métrologiques.**

Lampe Michelson, raie 508,6. — A toutes différences de marche, l'ordre d'interférence observé ne diffère pas de plus de 0,05 de l'ordre calculé en admettant la valeur $508^{m}\mu\,58220$ indiquée autrefois par Michelson. Toutefois, à différence de marche croissante, une très légère oscillation, autour de cette longueur d'onde, met en évidence le satellite connu, à $-0^{m}\mu\,0025$ de la radiation principale, avec une amplitude relative de 0,19 (intensité de 0,04).

Lampe Hamy, raie 508,6. — Jusqu'à 60 m/m, les phénomènes d'interférence observés sont peu différents (écart — 0,07 au maximum) de ceux que donnerait la raie simple $508^{m}\mu\,58.220$. Au-delà, les écarts sont trop forts pour qu'il soit possible d'utiliser cette raie en métrologie.

Lampe Hamy, raie 515,5. — La longueur d'onde donnée par M. Hamy, $515^{m}\mu\,46.589$, s'est trouvée exactement confirmée jusqu'aux plus grandes différences de marche; cette raie n'est pas renversée comme la raie rouge.

Lampe Hamy, raie 466,2. — La longueur d'onde $466^{m}\mu\,23.513$ est également confirmée, mais avec une précision peu élevée en raison de la faible sensibilité de l'œil à cette région du spectre.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Paul Mondain-Monval* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Sur les chaleurs de mélange des couples partiellement miscibles. Système alcool méthylique-cyclohexane.**

L'auteur pour tracer le diagramme thermique d'un mélange a choisi le système alcool méthylique-cyclohexane, parce qu'il ne se limite pas à une zone de température où les deux liquides sont miscibles en toutes proportions. Il a opéré à trois températures situées au-dessous du point critique et à une située au-dessus. La chaleur spécifique des mélanges étudiés à été déterminée par la méthode électrique des deux résistances égales parcourues par un même courant et placées, l'une dans le mélange de capacité calorifique inconnue, et l'autre dans de l'alcool méthylique de valeur en eau bien déterminée. Les valeurs numériques obtenues s'échelonnent de 0,64 pour l'alcool à 0,43 pour le cyclohexane. Un graphique indique les résultats des mesures.

— *René Delaplace* et *Neda Marinesco* (prés. par Jean Perrin). — **Sur quelques propriétés physico-chimiques de l'éosinate de Cs.**

Le dosage du brome a montré que l'éosine acide et l'éosinate de césium, préparé suivant la méthode indiquée antérieurement par M. Delaplace (*C. R.* 183, 1926, p. 69) contiennent bien les 4 Br assignés par la formule de constitution.

Si dans l'éosinate de sodium on remplace Na par Cs, le pouvoir absorbant des molécules est augmenté. Le pH des solutions de l'éosinate de Cs dans l'eau de Kohlraush, est compris entre 5,8 et 6,2; il est donc très voisin de la neutralité, le pH de l'eau pure correspondant à 5,8.

L'éosinate de Cs ne subit pas dans l'eau de dissociation appréciable.

Le poids moléculaire trouvé est de 892.

— *Eugène Perrot* (prés. par M. Léon Guillet). — **Cémentation de l'acier doux par le cyanogène et la cyanamide.**

Les essais ont été faits avec un acier doux à 0,15 p. 100 de carbone, chauffé dans un tube de quartz placé dans un four électrique et traversé par du cyanogène. Les cémentations ont été faites dans une atmosphère close non renouvelée. L'influence de la pression, celle du renouvellement gazeux et celle de la concentration ont fait l'objet de recherches spéciales.

Les résultats obtenus avec le cyanogène sont sensiblement équivalents comme pénétration à ceux indiqués par d'autres auteurs pour les cémentations par l'éthylène et le méthane en circulation continue, ce qui paraîtrait indiquer, si toutefois les autres conditions étaient identiques, une supériorité du cyanogène au point de vue activité de cémentation.

Avec la cyanamide, il y a, avec le temps, accroisse-

ment de la pénétration. Au point de vue de l'influence de la température, il y a un changement net dans la vitesse de diffusion entre 850° et 880°.

La pénétration est moindre avec le cyanogène en atmosphère non renouvelée, mais par contre la zone hypereutectoïde fait défaut dans la cémentation à la cyamide.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Georges Darzens* (prés. par M. Moureu). — **Méthode de préparation de valérolactones α substituées.**

Les recherches effectuées ont conduit l'auteur à établir une méthode générale d'obtention des α-alcoylvalérolactones : on commence par préparer l'éther malonique monoalcoylé qui est ensuite allylé par l'action du bromure d'allyle sur son dérivé sodé. L'éther allylé est ensuite saponifié par la soude diluée, et l'acide correspondant est décomposé par chauffage et distillation dans le vide ce qui donne par perte de CO^2 un acide alcoylallylacétique. Celui-ci est enfin lactonisé en le chauffant à 90° avec deux fois son poids d'acide sulfurique à 80 p. 100. La lactone formée est extraite à l'éther, après neutralisation au carbonate de soude.

— *M. Tiffeneau* et *Mlle J. Lévy* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur la réalité de la transposition semipinacolique ; stabilité comparée des oxydryles secondaires et tertiaires.**

Les résultats obtenus permettent aux auteurs d'affirmer la réalité de la transposition semi-pinacolique et les conduisent à conclure que la capacité affinitaire d'un anisyle et d'un hydrogène est supérieure à celle de deux radicaux benzyle, ce qui entraîne, pour l'anisyldibenzylglycol, une instabilité plus grande de l'oxhydryle secondaire et une élimination exclusive de cet oxhydride lors de la déshydratation de ce glycol.

MINÉRALOGIE. — *L. Longchambon* (prés. par M. Fred. Wallerant). — **Sur la constitution des calcédoines et des quartzines.**

Cette étude montre que le quartz et la quartzine ne sont qu'un même minéral à réseau sénaire. La quartzine est donc identifiée sans ambiguité comme variétés fibreuses de quartz et celui-ci ne peut plus être considéré comme une macle pseudo-paramorphe de quartzine.

Enfin, la calcédoine est une roche à 96 p. 100 de quartz fibreux et 4 p. 100 d'opale hydratée à 50 p. 100.

Cette façon d'envisager le quartz comme individu cristallin et la quartzine comme du quartz fibreux légèrement déformé semble plus près des faits que l'ancienne conception faisant du quartz une macle de la quartzine, et groupe d'une façon cohérente les relations de ces deux variétés d'un même minéral. L. FRANCHET.

BOTANIQUE. — *J. Costantin.* — **Nouveaux résultats expérimentaux sur la culture de l'Argouane (*Pleurotus Eryngii*).**

A la suite d'ensemencements, des Pleurotes ont été récoltés à Fontainebleau et dans les Ardennes. Pour réussir, il faut déposer les mises auprès des pieds sauvages de l'*Eryngium campestre*.

Cet essai apprend que l'acclimatation pourra se renouveler et peut-être conduire à quelque chose de pratique au point de vue du rendement. Malheureusement, la nécessité d'opérer sur pieds sauvages s'impose.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. *R. Fosse* (prés. par M. Emile Roux). — **Présence de l'acide allantoïque dans le légume vert de *Phaseolus vulgaris*.**

Les expériences relatées dans cette Note établissent que l'acide allantoïque existe tout formé dans le suc du haricot vert.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *J. Wolff* et *J. Loiseleur* (prés par M. Gabriel Bertrand). — **Sur l'oxydation biochimique du malate ferreux.**

Les auteurs ont étudié la nature diastasique et les propriétés d'une oxydase obtenue par macération du *Lactarius piperatus* dans la glycérine. Cette oxydase provoque une oxydation totale du malate ferreux (entre 20° et 50°). Le phénomène se manifeste nettement en milieu acide. La dialyse affaiblit le pouvoir de la diastase qui peut être réactivée par addition de traces de SO^4Mn.

L'oxydase en question a été provisoirement désignée sous le nom de ferrase. Alors que *Russula delica* contient de la ferrase et une laccase très active, *Lactarius piperatus* contient surtout de la ferrase et agit à peine sur le gaïacol.

— *Gabriel Bertrand.* — **Observations sur la nature de la *ferrase* et de certains systèmes oxydasiques, à propos de la Note précédente.**

En présentant la Note de MM. Wolff et Loiseleur, M. G. Bertrand n'a pas eu l'intention d'apporter son assentiment à l'explication donnée par les auteurs, d'après lesquels il existerait une oxydase nouvelle, en l'espèce une *ferrase*, dans les tissus des champignons. L'existence, dans les extraits de champignons utilisés, d'une minime proportion d'un dérivé quinoquine, expliquerait tout aussi bien et plus simplement l'oxydation du malate ferreux que l'existence de la ferrase.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *René Souèges* (prés. par M. L. Guignard). — **Embryogénie des Papavéracées. Les derniers stades du développement de l'embryon chez le *Papaver Rhœas* L.**

Si, à la période pro-embryonnaire, le *Papaver Rhœas* offre des ressemblances étroites avec les *Nicotiana*, on voit que, dans les derniers stades du développement, les destinées des éléments proembryonnaires font apparaître des différences catégoriques. La présence d'une épiphyse, la disposition symétrique des éléments par rapport à un plan équatorial, la marche très schématique et très rapide de la segmentation permettraient de rapprocher l'embryon du *Papaver Rhœas* de celui du *Sagina procumbeus*; mais, dans ce cas encore, les destinées des blastomères séparent nettement les deux espèces.

PHYSIOLOGIE. — *M. Doyon* et *I. Vial* (prés. par M. Roux). **Activité remarquable et origine nucléaire d'une substance anticoagulante extraite des ganglions mésentériques.**

Le corps en question paraît être un nucléoside. Il est capable d'empêcher totalement *in vitro* le sang de se coaguler, à la dose de 1 gr. pour 20 ou 30 litres de sang et même d'exercer une certaine action à la dose de 1 gr. pour 50 litres. Il provient de l'autolyse des acides nucléiques dont il ne diffère que par l'élimination du groupement phosphorique. Il ne contient pas de phosphore ou des traces infimes de ce corps sans doute imputables à des impuretés.

PHARMACODYNAMIE. — *Raymond Hamet* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur l'antagonisme de l'atropine et de l'adrénaline.**

Les vaso-constricteurs rénaux ont une sensibilité particulière à l'action non seulement de l'adrénaline, mais aussi de certains antagonistes de celle-ci : yohimdbine, alcaloïdes de l'ergot, atropine.

ENTOMOLOGIE. — *P. Portier* et *Mlle de Rorthays* (prés. par M. Bouvier). — **Recherches sur la charge supportée par les ailes des Lépidoptères de diverses familles.**

Les Rhopalocères sont, parmi les insectes examinés, ceux qui présentent la charge la plus faible par unité de surface (100 à 150 gr. par mètre carré). Les Bombyces

possèdent une charge plus grande. Chez les Sphingides, la charge par mètre carré est beaucoup plus élevée que dans les groupes précédents. Deux Hyménoptères ont donné des charges variant de 2 kg. 4 à 3 kg., donc environ 30 fois plus fortes que chez les Vanesses.

Les charges supportées par les ailes des insectes sont, d'une manière générale, très inférieures à celles qu'on attribue aux Oiseaux et à celles des avions.

ZOOLOGIE. *Maurice Azéma* **(prés. par M. F. Mesnil). — Sur la formation des vésicules rénales et le développement du rein chez *Ascidia mentulo* (Mull.).**

Les vésicules rénales d'*Ascidia mentula* dérivent de cellules vacuolaires du sang qui viennent se fixer dans le mésenchyme et s'y transforment en vésicules rénales. Ces vésicules ne prolifèrent pas au hasard, dans le mésenchyme, mais seulement sur le trajet du tube digestif. On peut d'ailleurs distinguer trois zones de prolifération : respectivement œsophagienne, cardiaque et intestinale.

La croissance indéfinie du rein est rendue nécessaire par la physiologie même de l'organe.

PROTISTOLOGIE. — *Edouard Chatton* et *André Lwoff* (prés. par M. Mesnil). — Les *Synophrya*, Infusoire. parasites internes des Crabes. Leur évolution à la mues Leur place parmi les *Fœttingeriidæ*.

Le *Portunus depurator*, chez lequel ont été trouvés les *Synophrya* à Banyuls est parasité aussi à Roscoff et avec lui les *Portunus pusillus* et *puber*. Le parasite se trouve déjà chez des *Carcinus* de moins de 3 m/m de largeur.

La place du *Synophrya* est fixée en toute certitude à côté des genres *Polyspira*, *Gymnodinioides*, *Spirophrya*, *Fœttingeria* et *Pericaryon* qui constituent aujourd'hui la famille et auxquels viendront s'adjoindre les *Opalinopsis* et les *Chromidina*.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *A. Philibert* et *J. Risler* (prés. par M. Daniel Berthelot). — Action de la lumière du néon sur les bactéries.

Les auteurs ont étudié l'action abiotique des radiations lumineuses de grande longueur d'onde dirigées sur des cultures microbiennes que l'on sensibilise à l'aide d'une solution de violet de méthyle, par exemple. Le staphylocoque doré qui ne peut être détruit après une heure d'irradiation dans un milieu non sensibilisé, est tué en une minute dans le cas contraire. Des substances sensibilisatrices, telles que l'éosine, le bleu de méthylène n'ont pas permis de stériliser le staphylocoque même après des irradiations de 1 heure. C'est que ces substances n'absorbent à peu près, d'une part, que le bleu et le vert, d'autre part, le bleu, le vert et le jaune. Elles restent donc *transparentes* pour la majeure partie des radiations émises par le néon luminescent.

MICROBIOLOGIE. — *E. Brumpt* (prés. par M. F. Mesnil). Transmission de *Treponema crocidurœ* par deux *Ornithodorus* (*O. moubata* et *O. marocanus*).

L'identité morphologique des Spirochètes des fièvres récurrentes humaines et de celui de la Musaraigne (*Crocidura stampfli*) a fait penser, à plusieurs auteurs que cet Insectivore pouvait jouer le rôle de réservoir de virus. Les expériences poursuivies par M. Brumpt montrent que le *Treponema crocidurœ* qui, dans la nature, est peut-être transmis par des Poux ou des Puces d'Insectivores et de Rongeurs, évolue facilement chez les deux espèces d'*Ornithodorus* africains. Or, si l'acclimatement de l'*O. moubata* est peu probable, il n'en est pas de même de celui de l'*O. marocanus* qui pourrait être importé du Maroc ou d'Espagne avec des Porcs de ces pays. Il y a là, dit M. Brumpt, un danger que les Services de l'Elevage de l'Afrique occidentale feront bien de retenir. P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — *Prix et Subventions attribués en* 1926, (2e liste) :

Prix Bordin (3.000 fr.) : M. Serge Bernstein, Professeur à l'Université de Kharkoff.

Prix Lalande (540 fr.) : M. Armand Lambert, Chargé de conférences à la Faculté des Sciences, Astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris.

Prix Damoiseau (2.000 fr.) : M. Joseph Renaux, Astronome à l'Observatoire d'Alger.

Prix Valz (460 fr.) : M. Frank Schlesinger, Directeur de l'Observatoire de la Yale University de New-Hawen.

Prix Janssen (Médaille d'or) : M. Francisco Miranda de Costa Lobo, Directeur de l'Observatoire de Coïmbra.

Prix Lacaille (1.000 fr.) : M. Gaston Fayet, Directeur de l'Observatoire de Nice.

Prix Delalande-Guérineau (1.000 fr.). : M. J.-H. Grossard, Commandant de la région militaire du Tchad.

Prix Gay (1.500 fr.) : M. Henri Michel, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées.

Prix Tchihatchef (3.000 fr.) : M. Jean Govin, de la Section de Géodésie du Service Géographique de l'Armée.

Prix Binoux (2.000 fr.) : Partagé entre M. Jules Gaultier, Président de la Société de cadastre et de topographie et M. François Roland, Professeur à l'Université de Besançon.

Prix de six mille francs : Partagé également entre M. E. G. Barillon, Ingénieur en chef du Génie Maritime et M. André Apard, Ingénieur chimiste au Laboratoire des poudres de la Marine.

Prix Plumet (4.000 fr.) : M. Frédéric Marguet, Professeur à l'Ecole navale.

Prix La Caze (10.000 fr.) : M. Charles Fabry, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

Prix Hébert (1.000 fr.) : M. Paul Bunet, Ingénieur-conseil.

Prix Hughes (3.500 fr.) : M. François Croze, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

Fondadion Clément Félix (2.500 fr.) : M. Georges Reboul, Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers.

Prix Fontanes (2.000 fr.) : M. Léon Moret, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Grenoble.

Prix Victor Raulin (1.500 fr.) : M. Joseph Lacoste, Chargé de cours à la Faculté des Sciences de Strasbourg.

Prix Desmazières (1.600 fr.) : M. Robert Kühner, docteur ès-sciences.

Prix Montagne (1.500 fr.) : M. Georges Mangenot, Assistant à la Sorbonne (1.000 fr.) et M. Pierre Dombray, Préparateur à la Faculté de Médecine de Nancy (500 fr.).

Prix de Coincy (900 fr.) : M. Irénée Thériot, Correspondant du Muséum.

Prix Cuvier (1.500 fr.) : M. Edouard Chatton, Professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg.

Prix Savigny (1.500 fr.) : M. Edouard Lamy, Assistant au Laboratoire de Malacologie du Muséum national.

Prix Thore (200 fr.) : M. Rémy Perrier, Professeur à la Faculté des Sciences.

Prix Montyon (12.000 fr.) : Un prix de 2.500 fr. à MM. Maurice Blanchard et Gustave Lefron, de l'Institut Pasteur de Brazzaville..

Un prix de 2.500 fr. à MM. Louis Fournier, Médecin à l'Hopital Cochin et Louis Guénot, Assistant à l'hôpital Cochin.

Un prix de 2.500 fr. à M. Etienne Burnet, Sous-Directeur de l'Institut Pasteur de Tunis.

Trois mentions honorables de 1.500 fr. chacune à MM. J. Le Calvé, Docteur en médecine, W. B. Falgen, de la Faculté de Pharmacie de Nancy, M. Alfred Weis, de la Faculté de Médecine de Strasbourg.

Quatre citations à MM. Leroux-Robert, Raymond Turpain, Marcel Sendrail et Charles Dejean.

Prix Barbier (2.000 fr.) : MM. Jules Bridé, Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur de Paris et André Donatien, Chef du Laboratoire à l'Institut Pasteur d'Algérie.

Prix Bréant (5.000 fr.). : Un prix de 3.500 fr. à Yves Kermorgant et un prix de 1.500 fr. à M. Charles Pérard, Vétérinaire sanitaire de la Ville de Paris et du département de la Seine.

Prix Godard (1.000 fr.) : M. C. Champy, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

Une mention honorable à M. J. Benoit, Préparateur d'histologie à la Faculté de médecine de Strasbourg.

Prix Mège (10.000 fr.) : M. Alberico Benedicenti, Professeur de Pharmacologie à l'Université de Gênes.

Prix Bellion (1.400 fr.) : M. Stefan Nicolau, Assistant à l'Institut Pasteur.

Prix Larrey (750 fr.) : MM. Charles Spire, Médecin principal de 2e classe et Pierre Lombardy, Médecin major de 2e classe.

Prix Montyon (750 fr.) : MM. Marcel Duval, Docteur ès-sciences, Auguste Quidor, Professeur à l'Ecole Colbert et Marcel Hérubel, Préparateur à la Faculté des Sciences.

Prix La Caze (10.000 fr.) : M. Georges Weiss, Doyen de la Faculté de médecine de Strasbourg.

Prix Pourat (2.000 fr.) : Un prix de 1.000 fr. à M. Stefan Mutermilch, Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur.

Un prix de 1.000 fr. à M. Albert Berthelot, Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur.

Prix Martin-Damourette (1.400 fr.) : Le prix est partagé entre MM. H. Chabanier, Chef de Laboratoire à la Faculté de Médecine de Paris, M. Chiray, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris et Y. Pavel, Assistant à la Faculté de Médecine de Bucarest.

Prix Philipeaux (900 fr.) : M. Henri Simonnet, Docteur ès-sciences.

Une mention honorable à M. E. Wagner, Vétérinaire-major de 2e classe.

Prix Fanny Emden (3.000 fr.) : MM. Louis Delherm et Albert Laquerrière, Electroradiologistes des Hôpitaux de Paris.

Prix Montyon (2.000 fr.) : Institut de Statistique de l'Université de Paris.

Deux mentions honorables de 500 fr. chacune à MM. Ernest Blin et Albert Ranc.

Prix Binoux (2.500 fr.). M. Henri de Varigny, Docteur ès-sciences.

Prix Henri de Parville (1.500 fr.) : M. René Legendre, Directeur de Laboratoire à l'Ecole pratique des Hautes-Etudes.

Prix fondé par l'Etat (3.000 fr.) : M. Eug. Bertrand de Fontviolant, Professeur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

Prix Bordin (Sciences physiques) (3.000 fr.) : M. Auguste Pettit, Secrétaire général honoraire de la Société de Biologie.

Prix Lallemand (1.800 fr.) : Mme Y. Sorrel-Dejerine, ancienne interne des Hôpitaux de Paris.

Une mention très honorable à M. Pierre Hillemand.

Prix de Joest (2.000 fr.) : M. Alain Quemper de Lanascol.

Prix Houllevigne (5.000 fr.) : M. Jean Rey, Ingénieur civil des Mines.

Fondation Jérôme Ponti (3.500 fr.) : M. Maurice Fréchet, Professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg.

Fondation Lannelongue (2.000 fr.): Mmes Cusco et Rüch.

Prix Laplace (Œuvres de Laplace) : M. Georges Parisot, sorti avec le n° 1, en 1926, de l'Ecole Polytechnique.

Prix Rivot (2.500 fr.) : Il est arttribué :

Un prix de 750 fr. à M. Georges Parisot.

Un prix de 750 fr. à M. Georges Hémar (sorti avec le n° 1 dans le corps des Ponts et Chaussées).

Un prix de 500 fr. à M. Louis Armand (sorti avec le n° 2 dans le corps des Mines).

Un prix de 500 fr. à M. Louis Dherse (sorti avec le n° 2 dans le corps des Ponts et Chaussées).

Fondation Gegner (4.000 fr). : M. René Baire, Professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Dijon.

Fondation Loutreuil (126.000 fr.) :

Muséum national d'Histoire Naturelle (Bibliothèque) : 15.000 fr. — Ecole nationale vétérinaire de Lyon (Bibliothèque) : 7.000 fr. — Ecole nationale vétérinaire de Toulouse (Bibliothèque) : 7.000 fr. — Institut national agronomique, M. J. Guérillot : 3.000 fr. — Conservatoire national des Arts et Métiers, M. L. Guillet : 15.000 fr.; M. E. Damour : 2.500 fr. — M. C. Alluau : 4.000 fr. — M. B. Baillaud : 6.000 fr. — M. J. Baillaud : 2.500 fr. — M. H. Chabanier : 3.000 fr. — M. H. Chaumat : 3000 fr. — Comité français de géodésie et de géophysique : 9.000 fr. — M. H. Janvier : 3.000 fr. — M. P. Nottin : 2.000 fr. — M. J. Mascart : 5.000 fr. — M. P. Pallary : 2.000 fr. — M. Theilhard de Chardin : 10.000 fr. — M. J. Thibaud : 9.000 fr. — M. H. Deslandres : 4.000 fr. — M. J. Guillaume : 2.900 fr. — Comité de la Faune coloniale française : 6.000 fr. — Faculté française de médecine de Beyrouth : 6.000 fr.

Fonds Bouchard (5.000 fr.) : Le Dr Maxime Ménard.

Fondation Le Chatelier (10.000 fr.) : Une subvention de 8.000 fr. a été attribuée à MM. J. Cournot, Chef des Travaux, et A. Roux, Préparateur du Cours de métallurgie et travail des métaux au Conservatoire national des Arts et Métiers.

Académie d'Agriculture. — M. Wéry, devient Président pour 1927 et M. Mangin, Directeur du Muséum National est élu Vice-Président; il sera Président en 1928.

Observatoire de Paris. — M. B. Baillaud, Directeur de l'Observatoire, se retire de ses fonctions, dans lesquelles il avait été maintenu malgré ses demandes réitérées.

Il avait succédé en 1907 à Loewy.

Sous sa direction, notre Observatoire National a continué à être un centre mondial d'Astronomie. Quatre congrès internationaux s'y sont tenus : en 1909, une réunion de la Conférence de la Carte du Ciel; en 1911, un Congrès des Ephémérides; en 1912 et en 1913, deux Conférences de l'Heure qui confièrent à l'Observatoire le Service international d'envoi de l'heure par T. S. F. Après la guerre, ces diverses organisations se sont réunies pour former l'Union Internationale Astronomique dont M. B. Baillaud a été le premier président de 1919 à 1922.

Dans l'activité intérieure de l'Observatoire sa direction aura été marquée par l'achèvement des grands Catalogues Stellaires, Lalande, Etoiles de repère, Etoiles fondamentales, Carte photographique du Ciel; par l'organisation en 1910 du Service de l'envoi de l'heure par T. S. F. suivie en 1913 de la création du Bureau International de l'heure, dont il fut le premier directeur de 1913 à 1919, par les grandes entreprises de déterminations de Longitudes : Paris-Bizerte, Paris-Uccle-Bruxelles, Paris-Washington, Paris-

Poulkovo, enfin par la détermination mondiale France-Amérique-Asie.

Office national météorologique. — Un cours élémentaire sera ouvert à l'Ecole d'application de l'Office national météorologique, le 28 mars 1927, afin de pourvoir à environ 10 emplois de météorologistes. Pour être admis à prendre part au concours d'admission à ce cours élémentaire, il faut :

1° Justifier de la qualité de Français;

2° Avoir satisfait à la loi sur le recrutement de l'armée en ce qui concerne le service actif en temps de paix;

3° Etre âgé d'au moins vingt-deux ans et ne pas être âgé de plus de trente ans au 1er janvier 1927. (Cette limite d'âge est reculée d'un temps égal à la durée des services antérieurs civils ou militaires ouvrant des droits à la retraite, dans les conditions de la loi du 9 juin 1853, décomptes au jour de l'ouverture du concours);

4° Remplir les conditions de diplôme ou de services prévues par l'article 11 du décret du 8 juin 1922.

A l'issue de la période d'instruction d'une durée de trois mois, un examen de sortie permettra de classer les candidats. Ceux qui auront satisfait aux conditions demandées seront répartis selon les besoins du service, les autres candidats seront licenciés et n'auront droit à aucune indemnité de licenciement.

Pour tous renseignements relatifs aux demandes d'inscription, aux pièces à fournir et au programme, s'adresser à la Direction de l'Office national météorologique, 176, rue de l'Université, Paris.

Congrès international d'Agriculture. — Le 13e Congrès international d'Agriculture se tiendra à Rome, du 23 au 28 mai prochain, sous le haut patronage du Roi d'Italie et la présidence d'honneur de M. Mussolini.

Parmi les questions dont le Congrès aura à s'occuper, il y a lieu de signaler : 1° La culture des céréales au point de vue économique et social; 2° Le problème de la production mondiale des viandes et du lait au point de vue économique et social; 3° L'organisation scientifique du travail agricole.

Société de Biogéographie. — Au moment où la jeune Société, dont l'œuvre est déjà si féconde, entre dans la 4e année de son existence, nous attirons l'attention sur ce groupement qui comprend des naturalistes de toutes les spécialités : botanistes, zoologistes, biologistes, géologues, ethnologues qui étudient, en commun la répartition de tout ce qui vit à la surface du Globe, qui s'efforcent de préciser les conditions de cette répartition, de rechercher le déterminisme et les conséquences de la composition des flores et de faunes vivantes et fossiles.

La Société, qui tint une séance chaque mois, institue en outre, périodiquement des débats approfondis sur une question choisie spécialement parmi celles qui préoccupent d'une façon particulière les biogéographes et dont la solution réclame le concours de toutes les disciplines qu'elle représente. C'est ainsi que sur son initiative, une suite de mémoires, réunis en un volume de 250 pages viennent d'être consacrés à l'*Histoire du Peuplement de la Corse* et qu'un nouveau volume sur le *Peuplement des Montagnes* est en préparation. La Société publie mensuellement le *Compte rendu sommaire de ses séances.*

La Société, dont le nombre des membres est limité, a son siège social à Paris. Pour tous renseignements sur ses publications s'adresser à M. Fages, secrétaire général, 61, rue de Buffon, Paris.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Eugène Bloch, Maître de conférences, est nommé, à compter du 1er janvier 1927, Professeur de Physique théorique et Physique céleste, en remplacement de M. Leduc.

— *Institut de Psychologie.* — L'Institut de Psychologie délivrera à dater de l'année scolaire 1926-1927, un diplôme d'Expert psychologue de l'Université, qui sera délivré par le Recteur.

Pour obtenir ce diplôme, les candidats devront justifier :

1° D'une licence ès-sciences, ou d'un diplôme d'ingénieur (de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, de l'Ecole municipale de Physique et de Chimie, de l'Ecole supérieure d'Electricité) ou du titre d'ancien élève de certaines grandes Ecoles (Ecole Polytechnique, Ecoles nationales des Mines et des Ponts et Chaussées ou enfin d'un titre ou diplôme dont l'équivalence aura été admise par le Conseil Directeur de l'Institut.

2° Du certificat de psychologie de la licence ès-lettres philosophie avec option de psychologie expérimentale, ou du diplôme de psychologie générale de l'Institut ou enfin d'un titre ou diplôme jugé équivalent par le Conseil directeur.

3° Du diplôme de psychologie appliquée de l'Institut.

4° D'un stage de perfectionnement d'une année à l'Institut.

Le programme de l'examen est fixé ainsi qu'il suit :

1° Un mémoire sur un problème de psychologie industrielle ou de psychotechnique générale :

Notation de 0 à 20 (épreuve éliminatoire).

2° Un examen oral comprenant :

a) Une interrogation sur des questions de psychophysiologie générale en rapport avec les applications au travail;

Notation de 0 à 10.

b) Une interrogation sur la psychotechnique ;

Notation de 0 à 10.

Ecole centrale des Arts et Manufactures. — Nous donnons ci-dessous les dispositions relatives aux concours d'admission (première et seconde partie) pour la session de 1927 :

Les épreuves de l'écrit auront lieu :

1° Aux dates suivantes :

A la seconde partie : les 18,20, 21 et 22 juin.

A la première partie : les 25, 27, 28 et 29 juin.

Et 2° dans les centres suivants : Alger, Bordeaux, Lille, Lyon, Montpellier, Nancy, Nantes, Paris, Toulouse.

Les demandes d'inscription doivent parvenir, à la direction de l'école, 1, rue Montgolfier, à Paris (3e arrondissement), avant le 1er avril 1927.

Concordance entre les centres de l'écrit et les résidences des candidats. — (Pour tout candidat présenté par un établissement d'enseignement, on adoptera comme résidence celle de cet établissement) :

Paris. — Aisne, Aube, Calvados, Cher, Eure, Eure-et-Loir, Indre, Loir-et-Cher, Loiret, Manche, Marne, Nièvre, Oise, Orne, Seine, Seine-et-Marne, Seine-et-Oise, Seine-Inférieure, Yonne.

Alger. — Alger (département d'Alger), Constantine (département de Constantine), Oran (département d'), Tunisie.

Bordeaux. — Charente, Charente-Inférieure, Dordogne, Gironde, Haute-Vienne, Landes.

Lille. — Nord, Pas-de-Calais, Somme, Belgique.

Lyon. — Ain, Allier, Ardèche, Basses-Alpes, Côte-d'Or, Creuse, Doubs, Drôme, Haute-Loire, Haute-Savoie, Hautes-Alpes, Isère, Jura, Loire, Puy-de-Dôme, Rhône, Saône-et-Loire, Savoie.

Montpellier. — Alpes-Maritimes, Basses-Alpes, Bouches-du-Rhône, Corse, Gard, Hérault, Lozère, Pyrénées-Orientales, Var, Vaucluse.

Nancy. — Ardennes, Bas-Rhin, Belfort (territoire de), Haut-Rhin, Haute-Marne, Haute-Saône, Meurthe-et-Moselle, Meuse, Moselle, Vosges,

Nantes. — Côtes-du-Nord, Deux-Sèvres, Finistère, Ille-et-Vilaine, Indre-et-Loire, Loire-Inférieure, Maine-et-Loire, Mayenne, Morbihan, Sarthe, Vendée, Vienne.

Toulouse. — Ariège, Aude, Aveyron, Basses-Pyrénées, Cantal, Corrèze, Gers, Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées, Lot, Lot-et-Garonne, Pyrénées-Orientales, Tarn, Tarn-et-Garonne. (*J. O.*).

École nationale supérieure des Mines de St-Etienne. — Les taux des droits de scolarité sont désormais fixés comme suit :

Elèves français : 1.200 fr. par année scolaire.

Elèves titulaires étrangers et élèves étrangers reçus après simple examen : 2.000 fr. par année scolaire.

Auditeurs libres : 50 fr. pour chacun des cours qu'ils sont autorisés à suivre.

Le droit d'examen, pour les candidats français et étrangers est fixé à 80 fr. perçus au moment de leur inscription aux examens d'admission. (*J. O.*).

Université de Lille. — M. Debeyre, agrégé près la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de l'Université de Lille, est nommé Professeur sans chaire.

— L'emploi d'agrégé de chimie de la Faculté mixte est transformé en emploi d'agrégé de dermatologie.

Université de Montpellier. — M. Carrière, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences est nommé Professeur sans chaire. L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Mission du service géographique de l'armée pour la mesure d'un arc de méridien équatorial en Amérique du Sud (1899-1906). Tome III, fascicule 7. (Latitudes astronomiques observées aux théodolites à microscopes). Première partie précédée d'une introduction historique par le colonel G. Perrier. In-4° de XXXII+253 pages avec figures et 5 planches. Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

On connaît la belle expédition française dans la République de l'Equateur, où de 1899 à 1906 les géodésiens du Service géographique de l'armée, sous la direction du colonel aujourd'hui général Bourgeois, recommencèrent, avec une précision bien supérieure et des instruments plus parfaits, la mesure de l'arc de méridien équatorial faite de 1736 à 1744 par Bouguer et la Condamine. Le présent fascicule, rédigé par le colonel Perrier, contient la détermination en latitude de nombreuses positions. Il est intéressant, non seulement par ses résultats positifs, mais par l'exposé des méthodes employées et par l'historique des méthodes de détermination des latitudes depuis deux cents ans. La mission française, désireuse d'obtenir au moins la précision de la demi-seconde sexagésimale, employa des théodolites à microscopes alors récemment construits, qui lui servirent à déterminer des latitudes par observation de distances zénithales circumméridiennes d'étoiles. Elle leur substitua, à partir de 1904, l'astrolabe à prisme qui venait d'être inventé par Claude et Driencourt. Elle se servit aussi du théodolite à microscopes avec observation des distances zénithales circumméridiennes du soleil. L'historique du colonel Perrier fait bien ressortir les progrès accomplis en France par la détermination des latitudes depuis Maupertuis et La Condamine. C. Vallaux.

La faune de la France illustrée, par Remy Perrier, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris. Fascicule IV : Hémiptères, Anoploures, Mallophages et Lépidoptères, rédigé avec la collaboration de Léon Bertin pour les Lépidoptères et Louis Gaumont pour les Pucerons. In-16 de 243 pages, avec 838 figures. Delagrave, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

Ce nouveau volume de la faune de France illustrée sera certainement accueilli par les naturalistes avec le même plaisir que les deux premiers, d'autant mieux qu'il est consacré à des groupes qui intéressent vivement les parasitologistes et les amateurs d'insectes. Les tableaux synoptiques consacrés à la détermination des papillons n'y occupent pas moins de 100 pages abondamment illustrées; l'étude des cochenilles et des pucerons s'étend sur une trentaine de pages.

Le volume consacré à la première partie des coléoptères paraîtra prochainement; ceux qui traitent des crustacés, des arachides, des mollusques et des protocordés sont en préparation. Les services que rendent déjà les premiers fascicules de cette Faune de France nous font souhaiter de n'avoir pas trop à attendre la publication des sept derniers. A. B.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Gabeaud. — Introduction mathématique aux sciences techniques de l'ingénieur. In-8° de 438 pages avec 191 figures. Librairie de l'Enseignement technique, Paris.

J. Ottenheimer. — Balistique intérieure. In-16 de 194 pages avec 39 figures. (*Collection Armand Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 9 fr. 80.

Paul Lapie. — Pédagogie française. 2e édition. In-16 de 273 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Dr Alfred Adler. — Le tempérament nerveux. Eléments d'une psychologie individuelle et application à la psychothérapie. Traduit de l'allemand par le Dr Roussel (*Bibliothèque scientifique*). In-8° de 362 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Charles Walmsley, M. A. — An Introductory course of mathematical analysis. In-8 de 293 pages. Cambridge University Press. — Prix : 15 sh.

W. M. Wheeler. — Les sociétés d'insectes. Leur origine, leur évolution. In-16 de 472 pages avec 61 figures (*Encyclopédie scientifique*). Doin, éditeur, Paris. — Prix : 25 fr. 20.

J. Verne. — Les pigments dans l'organisme animal. In-16 de 612 pages avec 32 figures. (Encyclopédie scientifique). Doin, éditeur, Paris. — Prix : 28 francs.

Le Gérant : M. Hédan.

Impr. P. & A. Davy, 52, rue Madame, Paris.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 2 — 65e ANNÉE — 22 JANVIER 1927

LES POTENTIELS D'IONISATION ET LES PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DES ÉLÉMENTS

EXPÉRIENCES DU PROFESSEUR ROLLA

L'*électron négatif*, particule d'électricité négative pure, privée de toute matière, est toujours identique à lui-même dans tous les phénomènes où l'on peut l'observer. Il est, soit attaché à un support matériel, comme dans les ions électrolytiques ou les ions gazeux ; soit libre, comme on le rencontre par exemple : 1° dans la *transmutation chimique* des atomes radioactifs (rayons β) ; 2° dans les émissions cathodiques, thermo-électroniques, photo-électriques, *sans transmutation chimique* pour les corps qui en sont le siège ; 3° dans de simples *actions mécaniques* (barbotage d'air dans un liquide) ; 4° dans des *actions chimiques ordinaires* telles que : flamme, action des halogènes sur l'alliage sodium.potassium, de I et HCl sur Cu, Al, etc.., décomposition de O^3. Laplace et Lavoisier avaient déjà constaté que l'hydrogène provenant de la dissolution d'un métal dans un acide était électrisé.

L'étude des phénomènes radioactifs et des émissions d'électrons a conduit à penser que l'*atome* (1) est constitué de la manière suivante :

a) Un *noyau central* (2), de charge résultante positive, proportionnelle au *nombre atomique* (Numéro du rang occupé par l'élément dans la classification de Mendéléeff).

b) Une *distribution périphérique* d'électrons négatifs qui comprendrait deux régions : α) une couche superficielle (*électrons de valence*) déterminant la plupart des propriétés physiques et chimiques des éléments ; β) une région de couches intermédiaires, à proximité du noyau central, entrant surtout en jeu dans la production des rayons X.

Cette constitution de l'atome étant admise, lorsqu'un gaz raréfié contenant des électrons libres (et il en contient presque toujours) est placé dans un champ électrostatique, les corpuscules d'électricité négative se déplacent dans ce champ en heurtant les molécules du gaz. Dès que l'électron a acquis une vitesse suffisante pour que sa force vive soit supérieure à une limite bien définie, son *choc* contre une molécule provoque l'*ionisation* de celle-ci, c'est-à-dire l'arrachement d'un électron superficiel. M. Millikan (1) et ses collaborateurs ont pu, en effet, démontrer directement que l'ionisation des gaz consiste presque toujours en *l'arrachement d'un seul électron* d'une couche périphérique d'un atome neutre qui devient, par suite de cette perte, chargé positivement. Au moment où l'énergie cinétique communiquée à l'électron est suffisante pour ioniser un atome, la particule négative avait une vitesse correspondante à une certaine valeur Vi (Volts) du champ électrostatique. Cette différence de potentiel minima, nécessaire pour arracher un électron, c'est-à-dire pour porter cet électron de

(1) Voy. L'*Electron*, par R. A. MILLIKAN, traduit par A. LEPAPE, p. 217 à 279 (F. Alcan, 1926).

(2) La structure des noyaux atomiques et le mécanisme des transformations radioactives par A. LEPAPE, *Revue Scientifique*, t. LXIV, nº 2, p. 33, janv. 1926.

(1) Voy. *L'Electron*, par R. A. MILLIKAN, p. 159.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

l'orbite superficielle fondamentale de l'atome à l'infini, est appelé *potentiel d'ionisation*.

Comme on le verra dans la suite, la connaissance de ce potentiel est très importante au point de vue chimique. Liée à celle des constantes d'entropie (constantes chimiques de Nernst, théorie cinétique), elle permet de déduire le degré d'ionisation (constante de l'équilibre électronique entre atomes neutres, ions positifs et électrons), si l'on considère le problème de l'ionisation comme celui d'une réaction chimique en milieu gazeux homogène (1). Dans ce cas, les principes de la thermodynamique permettent de calculer l'équilibre électronique, si

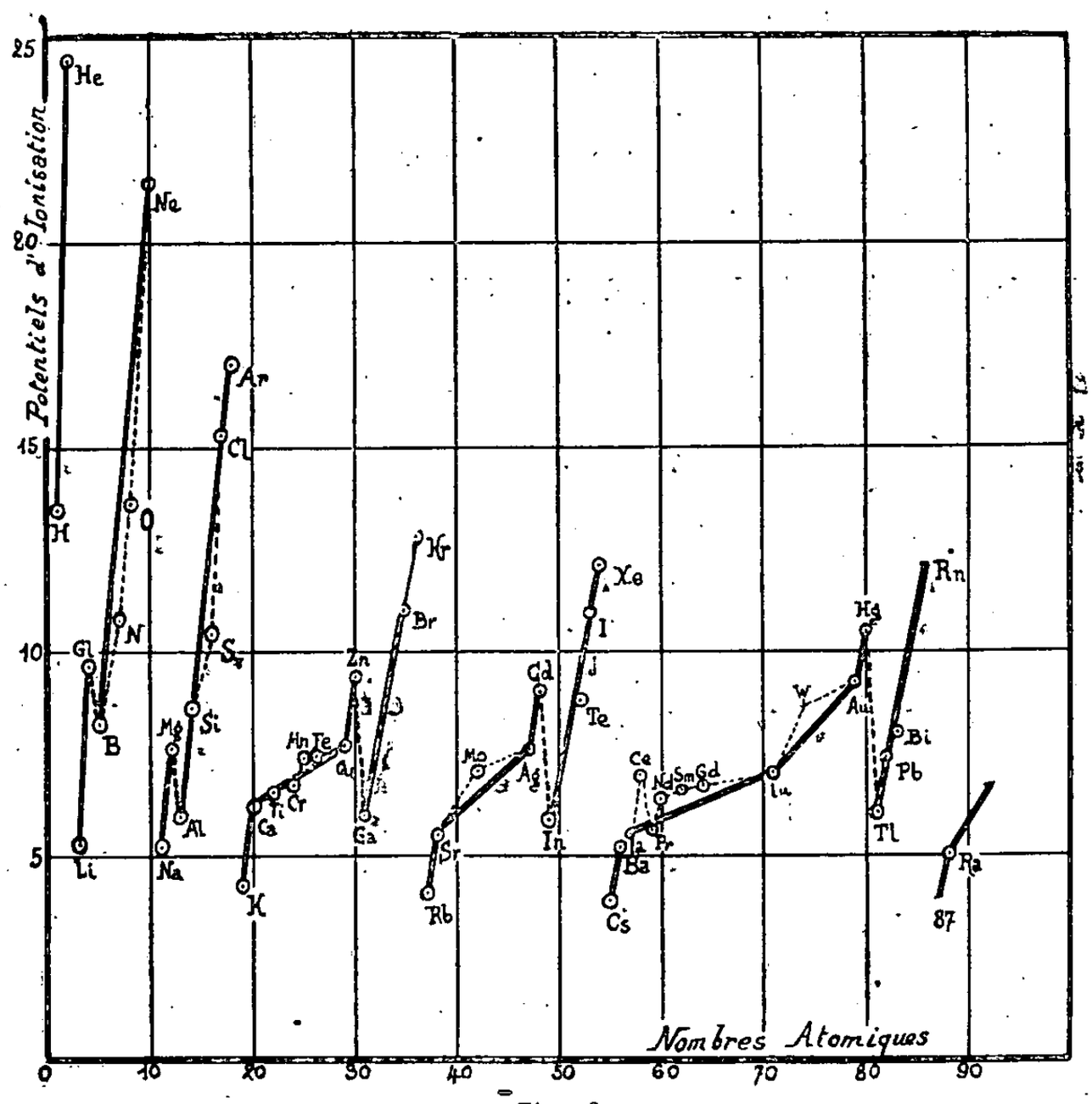


Fig. 9.

l'on peut démontrer que la loi d'action de masse s'applique à cet équilibre. C'est ce que le professeur L. Rolla et le docteur Piccardi, de l'Université de Florence, ont établi par les expériences (2) dont voici le principe :

Dans une flamme, telle que l'on puisse la considérer comme un phénomène stationnaire, on introduit un élément. La température élevée l'ionise ; l'ion positif et l'électron, créés simultanément, restent en équilibre avec l'atome neutre. On place alors, dans la flamme, un fin réseau formé de fils de platine. Ce réseau est relié, par un conducteur, à une lame du même métal, placée un peu plus loin. Nous obtenons ainsi une pile dont la différence de potentiel dépend de la différence de température existant entre la lame, où les électrons viennent se décharger, et le réseau qui capte les ions positifs et les neutralise. De cette double décharge, un courant continu prend naissance. On le mesure à l'aide d'un galvanomètre.

Le rapport de la quantité d'électricité fournie par ce courant à la charge d'un électron (obtenue par d'autres méthodes) donne le nombre d'électrons qui ont traversé la flamme, en une seconde. Ce nombre est aussi celui des ions positifs formés simultanément. Pour déterminer le nombre des atomes neutres libérés pendant le même temps (concentration par seconde), on tient compte de la quantité de substance volatilisée pendant la durée de l'expérience et du nombre d'Avogadro (1). On a ainsi le degré de dissociation atomique et, par suite, la constante d'équilibre de la réaction d'ionisation. De deux valeurs de cette constante, déterminées à deux températures différentes, et en appliquant la formule qui exprime la loi de l'équilibre mobile, on obtient la chaleur d'ionisation, puis, l'énergie et le potentiel d'ionisation.

Cette méthode, qui paraît donner de très bons résultats, a permis de corriger certaines données concernant l'argent ; de déterminer les valeurs les plus probables des potentiels d'ionisation de plusieurs éléments (terres rares : La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Tb, Yb) et inaccessibles par toute autre méthode. Dans ce cas, les flammes employées étaient beaucoup plus chaudes et l'iridium substitué au platine. En travaillant avec des atomes d'éléments électronégatifs (halogènes), les auteurs ont pu mesurer l'affinité de ces atomes pour l'électron négatif et traduire l'équilibre réalisé dans la flamme par l'équation réversible suivante :

Atome neutre + électron négatif = ion négatif,

(1) On sait que dans le cas de l'Astrophysique, *Meg Nad Saha* a déterminé la constante d'équilibre en établissant le rapport entre l'intensité des raies spectrales d'un élément neutre et celle des raies du même élément ionisé. Ce rapport, associé au potentiel d'ionisation et aux constantes de Nernst correspondant à cet élément, lui permet d'obtenir la température de l'atmosphère des étoiles.

(2) Conférence faite au congrès de l'*Associazione italiana ai chimica pura e applicate*, à Palerme (25-27 mai 1926), par le Professeur L. Rolla.

(2) Nombre des atomes contenus dans un *atome-gramme*, ce dernier n'est autre que le poids atomique évalué en grammes (1 gr. 008 pour l'hydrogène ; 16 gr. 000 pour l'oxygène, etc...).

le courant mesuré est alors de sens inverse, mais le phénomène reste identique.

Au point de vue chimique, la signification du potentiel d'ionisation est très importante. Non seulement il intéresse la structure de l'atome, mais on peut le mesurer directement sur l'*atome libre*, c'est-à-dire sur l'atome dont les électrons sont libres de réagir, sans contrainte, suivant les seules forces attractives et répulsives internes. Or, aucune autre grandeur, considérée jusqu'ici, ne satisfait à cette condition (volume atomique de Lothar Meyer, coefficient de compressibilité atomique, inverse de la température absolue de fusion, potentiel électrochimique, conductibilité électrique). Les *diamètres caractéristiques des atomes*, obtenus par Bragg, en étudiant la diffraction des rayons X sur les substances cristallines, sont déterminés sur des atomes qui ne sont pas libres, puisqu'ils font partie d'un réseau cristallin. Si le diagramme : nombres atomiques (abscisses), diamètres caractéristiques (ordonnées) présente une périodicité analogue à celle que l'on observe pour les éléments dans la classification de Mendéléeff, le diagramme obtenu en portant les nombres atomiques, en abscisses, et les potentiels d'ionisation, en ordonnées, est bien plus remarquable.

La figure 9 (établie avec les potentiels d'ionisation déterminés par différentes méthodes) montre des chutes de potentiel d'ionisation très grandes qui correspondent au passage d'une période d'éléments à la suivante.

Nous observons ainsi :

A) Très distinctement, les sept périodes de la classification : 1° H-He ; 2° Li-Ne ; 3° Na-Ar (chacune de ces deux périodes comprenant huit éléments) ; 4° K-Kr ; 5° Rb-Xe (périodes de dix-huit éléments) ; 6° Cs-Ra (trente-deux éléments) ; et 7° 87-Ur.

B) Dans chaque série, un minimum et un maximum. Les valeurs minima correspondent aux métaux alcalins, tandis que les valeurs maxima sont relatives aux gaz rares.

Nous trouvons, en outre, dans les diagrammes de chaque série, des portions de courbe sensiblement rectilignes qui sont orientées et placées d'une manière identique dans chaque période. Ces segments de droite indiquent les valeurs croissantes du potentiel d'ionisation lorsque le nombre atomique s'élève : elles caractérisent et classent les éléments chimiquement analogues. Ainsi, dans les périodes 2, 3, 4, 5 et 6 nous observons d'abord deux segments rectilignes :

1°	Li	Gl	
	Na	Mg	
	K	Ca	
	Rb	Sr	
	Cs	Ba	
	87	Ra	(7e période).

2°	B	C	N	O	F	Ne
	Al	Si	P	S	Cl	Ar
	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
	Tl	Pb	Bi	Po	85	Rd

Les éléments qui présentent le plus d'analogie chimique sont rangés suivant ces droites ; les halogènes, par exemple, occupent tous le cinquième rang sur la deuxième série de droites ; les gaz rares, le sixième rang (colonnes verticales du tableau ci-dessus).

Nous voyons aussi dans les périodes 4, 5 et 6, deux autres séries de droites qui définissent les positions des éléments suivants :

Sc	Ti	Va	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
Y	Zr	Nb	Mo	43	Ru	Rh	Pd
Lu	Hf	Ta	W	75	Os	Ir	Pt

et

Cu	Zn
Ag	Cd
Au	Hg

Une seule ligne, n'ayant pas de similitude avec les autres, correspond aux terres rares (La, Ce, Pr, Nd, 61 Sa, Eu, Gd, Tb, Dq, Ho, Er, Tu, Yb) et place ces éléments dans une position privilégiée par rapport aux autres éléments, non seulement, de cette période, mais encore vis-à-vis de ceux des autres périodes.

Il résulte de ces faits que les éléments chimiquement analogues correspondent à des points analogues sur les courbes. Les gaz rares, à caractère extraordinairement stable, possèdent dans chaque période le plus grand potentiel d'ionisation. Les éléments à caractère strictement métalloïdique viennent ensuite, avec des potentiels très élevés (halogènes, groupe de l'azote et groupe de l'oxygène). Les éléments à caractère mixte ont un potentiel intermédiaire entre les potentiels précédents et ceux, très petits, des éléments à caractère métallique. Seules, les terres rares n'ont pas d'analogues dans aucune des autres périodes et les potentiels déterminés par la méthode des auteurs pour plusieurs d'entre-eux se rangent suivant une succession qui en permet une classification rationnelle.

Le potentiel d'ionisation, lié au caractère chimique, ainsi que nous venons de le voir, dépend, comme ce dernier, des électrons de valence de l'atome, et est, par conséquent, une fonction de la configuration périphérique. Les valeurs trouvées pour ces potentiels sont, en effet, en bon accord avec celles calculées en partant du modèle atomique de Bohr ; à certaines configurations de la périphérie correspondent toujours des points singuliers de la courbe ci-dessus. Par exemple : à l'augmentation d'un électron, sur une des orbites appartenant à une série extérieure de l'atome correspond toujours une grande augmentation du potentiel d'ionisation. (Passage de H à He, d'un métal monovalent à un métal bivalent, etc...).

Lorsqu'une série extérieure d'orbites électroniques atteint le nombre maximum d'électrons compatible avec sa position de série extérieure, le potentiel d'ionisation passe par un maximum. La succession de ces maxima est représentée par la famille des gaz rares.

En résumé, la valeur numérique du potentiel d'ionisation est une fonction périodique du nombre atomique. Elle est fonction de la structure atomique en général et de la configuration périphérique en particulier. Elle représente une définition quantitative du caractère chimique des éléments. Le potentiel d'ionisation permet donc, mieux que toute autre propriété, de représenter le système des éléments chimiques.

M. GESLIN.

POURQUOI LES VERTÉBRÉS SUPÉRIEURS SONT DES ARRIÉRÉS PSYCHIQUES

Pierre Delbet, dans *Science et Réalité*, estime qu'un des gros intérêts du Transformisme, est de nous faire entrevoir la possibilité d'expliquer la genèse de cet organe prodigieux qu'est le cerveau humain (1). Nous avons déjà montré les causes physiologiques qui, selon nous, ont le plus contribué à assurer, chez l'homme, la prééminence du cerveau (2). Nous voudrions démontrer aujourd'hui que si, en évoluant, les animaux n'ont nullement progressé en intelligence comme ils progressaient en stature et en force, c'est que certaines conditions physiologiques constitutionnelles ont entravé leur essor cérébral.

Certes, beaucoup d'animaux nous apparaissent, à première vue, comme supérieurs à l'homme en organisation et nous sommes surpris qu'ils nous soient si inférieurs en intelligence ; mais, en réalité, ils manquent d'harmonie intérieure : les richesses sanguines sont, chez eux, des plus mal rétribuées. Les uns, en effet, sont hypertrophiquement musclés ; les autres, sont pourvus de glandes digestives innombrables. Or, nous savons que dès que les glandes ou les muscles entrent en pleine activité fonctionnelles, ils reçoivent, dans la même unité de temps, trois ou quatre fois et même cinq fois plus de sang que quand ils reposent. Nous savons aussi que la quantité de sang qui circule dans un organisme animal est limitée et qu'il est impossible que les divers organes soient tous hyperhémiés, en même temps ; qu'un vaste apport sanguin s'effectue dans une région, nécessairement, une anémie plus ou moins profonde s'établira ailleurs. C'est la loi « du balancement circulatoire », mise en lumière par Dastre et Morat. Or, le cerveau, il importe de le rappeler, est, de tous les organes, celui qui, pendant la période du développement, est le moins armé pour la concurrence sanguine, car ses cellules nerveuses deviennent de bonne heure, stériles, et elles n'ont plus, dès lors, qu'une énergie nutritive très amoindrie. Si donc, l'aire digestive ou l'aire musculaire sont si vastes dans un organismes, qu'elles accaparent la plus grande partie des richesses sanguines, l'organe qui en souffrira le plus sera le cerveau, il sera voué d'avance à la disette alimentaire, il demeurera un organe nain ou rudimentaire. C'est précisément le cas chez les animaux supérieurs, sauf chez l'homme (1), voilà pourquoi ils sont des arriérés psychiques.

Une analyse de quelques exemples typiques va nous permettre de mettre mieux en relief cette désharmonie secrète qui a été fatale à tant d'organismes qui font notre admiration.

Une des notions qui doit toujours être présente à notre esprit, quand nous étudions la physiologie du cerveau, c'est qu'une période préfonctionnelle plus ou moins longue est une condition *sine qua non* pour acquérir de nombreuses cellules cérébrales. Nous savons, en effet, que toute cellule cérébrale, comme toute cellule nerveuse, d'ailleurs, perd sa faculté de multiplication dès qu'elle a fait son plein de substance nerveuse, dès qu'elle est à l'apogée de son activité fonctionnelle. C'est pourquoi la grande croissance cérébrale s'observe : 1°, pendant l'incubation ou la gestation ; 2°, pendant l'état, en quelque sorte larvaire qui, après la naissance, persiste plus ou moins, suivant les espèces animales. Les gros cerveaux appartiennent, avant tout, aux animaux que nous avons appelés « des ralentis de développement », parce que chez eux, l'état d'impuissance embryonnaire ou infantile persiste un temps plus long que chez les autres. Si, d'ailleurs, la cervelle acquiert, dans l'espèce humaine, un volume extraordinaire, c'est, précisément, parce que, à cause de la lenteur extrême de son développement, l'enfant de l'homme a une durée extraordinairement longue de vie intra-utérine et parce que, d'autre part, l'homme est le seul de tous les animaux dont la vie de nourrisson se prolonge une

(1) PIERRE DELBET. *Science et Réalité Bibl. philosophie scientif.*

(2) Dr EMILE DEVAUX. L'infantilisme de l'homme et ses rapports avec les anthropoïdes. *Revue générale des sc.*, 15 mai 1921 ; La période d'allaitement et la croissance du cerveau, *Revue scientif.* du 3 septembre 1923 ; Les causes physiologiques de la prééminence du cerveau chez l'homme. *Rev. scientif.* du 23 août 1924.

(1) Si l'homme évite cette conséquence inéluctable c'est parce qu'il est un extrême ralenti de croissance.

année entière dans un état d'impuissance dont on ne trouve aucun exemple dans toute la série animale. Mais, ces données premières étant admises, nous nous trouvons en présence de certaines contradictions biologiques apparentes dont il importe de rechercher l'explication. En voici quelques-unes :

1° Pourquoi le Tigre, qui a plus de temps que le Chat pour grandir corporellement et cérébralement, n'est-il pas plus intelligent que le Chat?

2° Pourquoi le Chien, dont la gestation est

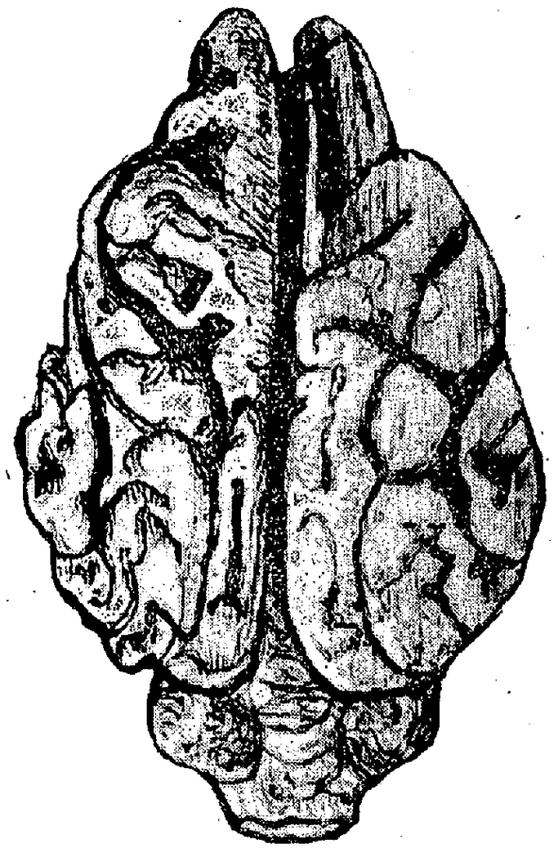


Fig. 10. — Cerveau de chien, d'après Chauveau, Arloing et Lesbre.

beaucoup plus courte que celle de la Brebis, est-il plus intelligent que la Brebis ?

3° Pourquoi l'Oiseau, dont le cerveau est beaucoup mieux oxygéné que celui de l'Homme, ne nous est-il pas supérieur en intelligence ?

4° Pourquoi l'Eléphant, qui a plus de temps que nous de vie intra-utérine et qui, en outre, a plus de temps que nous pour assurer l'éducation de son cerveau, a-t-il une intelligence inférieure à la nôtre ?

A. — *Pourquoi le Tigre n'est-il pas plus intelligent que le Chat ?*

La portée de la Tigresse est d'environ 110 jours, celle de la Chatte n'est que de 56 jours : les cellules cérébrales, chez le Tigre, ont donc, pendant cette période de la gestation si favorable aux proliférations nerveuses, deux fois plus de temps pour se multiplier que celles du Chat Un Chat, d'autre part, est adulte avant l'âge d'un an ; un Tigre ne le serait qu'à sept ou huit ans : le Tigre, de ce fait, aurait beaucoup plus de temps que le Chat pour éduquer son cerveau. D'où vient, dès lors, que son intelligence soit relativement si médiocre ?

Avant de répondre à cette question, nous ferons remarquer que le Chat et le Tigre sont tous deux des carnassiers et qu'à ce titre, ils sont, l'un et l'autre, supérieurement musclés. Tout carnassier se nourrit de proies qu'il tue, il est donc obligé de faire grand usage de sa force physique ; il est capable d'ailleurs, en général, d'exécuter des bonds prodigieux ; il s'attaque souvent à des animaux plus corpulents que lui, il peut traîner ou emporter des victimes énormes. Nous pouvons donc affirmer, sans crainte de nous tromper, que si, chez l'homme, l'aire où s'accumule le sang musculaire est aussi vaste que l'aire intestinale et l'aire cutanée réunies (Gley) ; elle est, chez le carnassier, considérablement plus étendue. Tout carnassier, d'autre part, dès le plus jeune âge, instinctivement, fait l'éducation intensive de ses muscles, il se complaît à tous les exercices de force ou d'adresse et son aire musculaire est, à tout propos, le siège de vaso-dilatations maximes et mul-

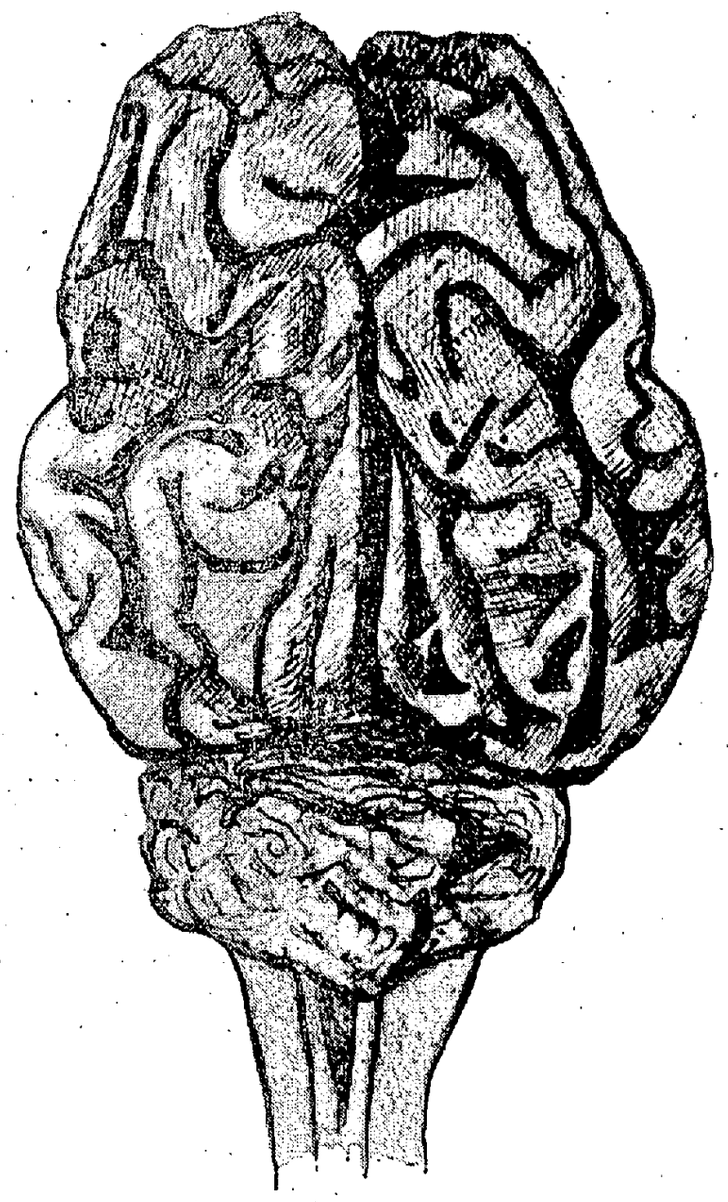


Fig. 11. — Cerveau de brebis, d'après Chauveau, Arloing et Lesbre.

Le cerveau de la brebis est manifestement plus volumineux que celui du chien : cependant la brebis est beaucoup moins intelligente que le chien.

tipliées (1). Il y a là des conditions éminemment favorables à la nutrition des muscles, mais défavorables, par contre, à la nutrition du cerveau ; car aux trop vastes vaso-dilatations dans les muscles, correspondent des vaso-constrictions étendues dans le cerveau. En conséquence,

(1) Dès l'âge de trois ans un Loup, une Panthère, un Tigre, un Lion seront en état de terrasser un homme robuste de 20 ans !

l'organe de la pensée s'arrête en sa croissance, dès la petite enfance, pendant que le reste du corps continue, pendant longtemps encore à se développer : *les muscles colossaux font les petits cerveaux.*

C'est précisément, d'ailleurs, parce que le Tigre est beaucoup plus athétique que le Chat que, cérébralement, il est plutôt inférieur au Chat. Ajoutons enfin que chez le Tigre, bien plus encore que chez le Chat, les muscles des mâchoires sont prodigieusement robustes et, par leur situation même, de tels muscles font particulièrement tort au cerveau, puisque, dès que le sang surabonde dans la carotide externe, il se raréfie dans la carotide interne ; chez le Tigre plus que chez le Chat, l'hypertrophie constitutionnelle de la mâchoire entraîne l'hypertrophie constitutionnelle du cerveau.

B. — *Pourquoi le Chien est-il plus intelligent que la Brebis ?*

Nous savons que la durée de la gestation est de 63 jours dans l'espèce Chien ; elle est de 150 jours dans l'espèce Brebis. Or, il est certain que, pendant la période préfonctionnelle intra-utérine, les cellules cérébrales croissent abondamment. En fait, d'ailleurs, le cerveau de la Brebis, relativement à la taille de l'animal, n'est nullement un petit cerveau, il est même manifestement plus volumineux que celui du Chien (voir fig. 10 et 11). D'où vient donc que la Brebis soit si peu intelligente ? Domestiquée comme le Chien, elle aurait dû, en outre, bénéficier, au même titre que le Chien, de la culture cérébrale opérée par l'Homme. Pourquoi n'en a-t-il rien été ? Ajoutons enfin que la taille de la Brebis est la même que celle de bien des Chiens et, cependant, elle devient adulte plus tardivement que le Chien (entre deux ou trois ans, au lieu de 12 à 15 mois) ; elle a donc, en principe, plus de temps que le Chien pour faire l'éducation de son cerveau. Malgré ces conditions si favorables, la Brebis demeure cérébralement inférieure au Chien.

Une des raisons premières d'un fait, en apparence si paradoxal provient de ce que l'agneau, précisément parce qu'il naît avancé dans son développement, se comporte de bonne heure en animal adulte : peu d'heures après sa naissance, il peut suivre sa mère, il ne tette que pendant un mois, six semaines au plus. Le petit chien, par contre, naît excessivement faible, il est aveugle, il n'ouvrira les yeux qu'à 12 jours, et son allaitement dure trois à quatre mois. La période de vie à l'état de nourrisson est donc d'une durée plus longue chez le petit chien que chez l'agneau ; le petit chien est plus tardif que l'agneau à se servir de ses sens, à faire usage de tous ses muscles, à utiliser son cerveau pensant et cela, précisément, lui permet d'acquérir un plus grand nombre de cellules psychiques. Nous avons appris, en effet, que pendant la période d'allaitement, la multiplication des cellules cérébrales non encore différenciées, est intensive ; cela tient à ce que le régime lacté n'impose aux glandes digestives qu'un travail fonctionnel relativement faible et à ce que, d'autre part, l'impuissance physique réduit au minimum les contractions musculaires : l'aire intestinale et l'aire musculaire ne réclament, en cette période, que des quantités de sang minimes et le cerveau en bénéficie largement, il est mieux nourri qu'il ne le sera jamais et nombre de ses cellules nerveuses ne demandent qu'à proliférer.

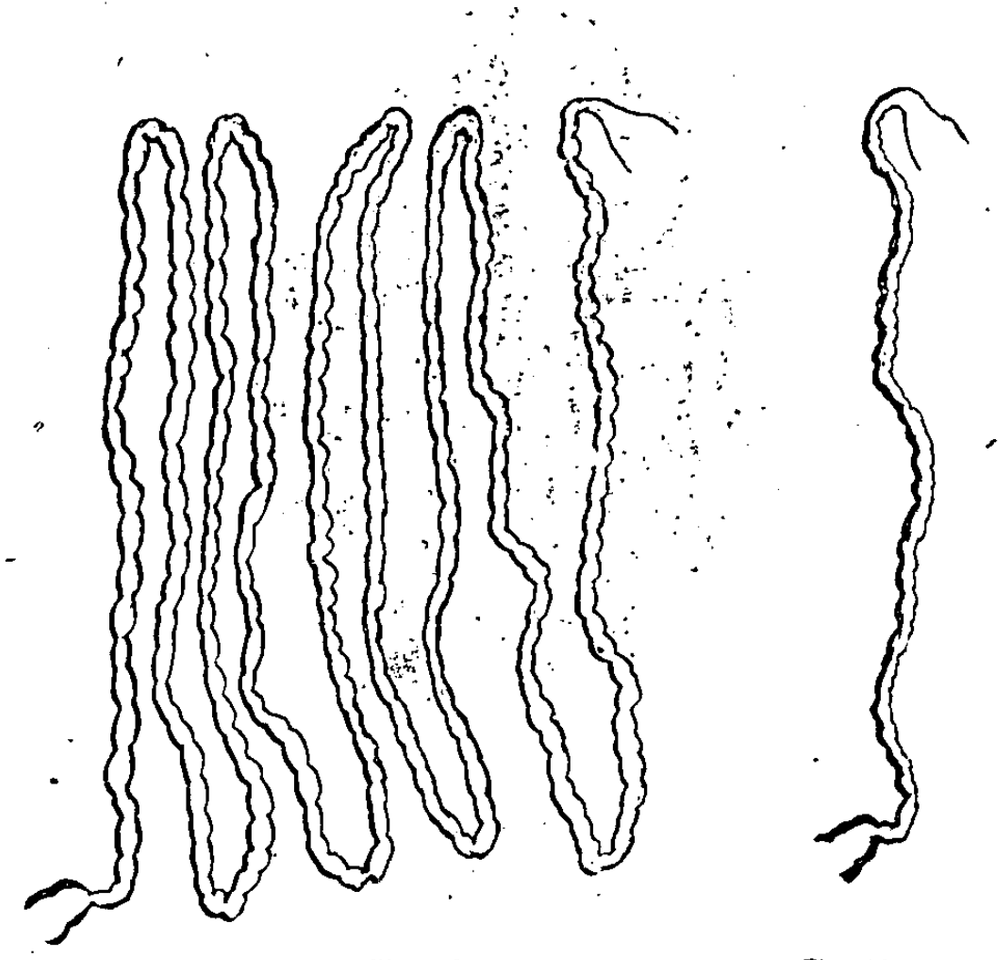


Fig. 12. Fig. 13.

Fig. 12. — Intestin grêle de la brebis partiellement déroulé (28 fois la longueur du corps).

Fig 13. — Intestin grêle du chien entièrement déroulé (3 fois la longueur du corps).

L'appareil sécrétoire intestinal est neuf fois plus développé chez le Ruminant que chez le Carnassier.

Mais il est un autre facteur qui permet au Chien d'acquérir une supériorité cérébrale marquée sur la Brebis, nous voulons parler de l'inégalité des charges que le service alimentaire impose à l'organisme : celles-ci sont très lourdes pour la Brebis et relativement légères pour le Chien. En effet : « *la digestion d'un carnivore se fait en 24 heures en tout, celle d'un herbivore demande trois ou quatre jours* (*Cheval*) *et jusqu'à huit jours* (*Chèvre et Mouton*) (Langlois et Varigny) ».

A cause du peu de valeur nutritive des végétaux qu'il mange, l'herbivore est obligé d'opérer son travail digestif sur des masses alimentaires considérables (une panse de bœuf peut contenir jusqu'à cinquante kilos de fourrage) ; c'est à ce fait qu'il faut attribuer les difficultés et les longueurs de ses digestions. On sait, d'ailleurs, que la surface de la muqueuse digestive est, de beaucoup, plus étendue chez l'herbivore que chez le carnivore, *l'intestin grêle d'un Chien mesure,*

en effet, trois fois environ la longueur de son corps et l'intestin grêle d'une Brebis est de vingt-huit fois cette longueur relative (1) ; ce qui signifie que du côté de l'intestin seul, il y aurait neuf fois plus de glandes digestives chez la Brebis que chez le Chien (2). En conséquence, le tube digestif de la Brebis reçoit des quantités relativement énormes de sang et il en résulte que son cerveau en reçoit fort peu. Mais, par contre, chez le Chien, en tant que carnivore, le travail digestif est des plus réduits, il n'exige relativement que peu de sang et il n'inhibe point le travail cérébral (voir les fig. 12 et 13).

C. — *Pourquoi l'Oiseau ne nous est-il pas supérieur en intelligence ?*

Quelques conditions physiologiques constitutionnelles qui n'existent pas chez l'Homme, favorisent singulièrement l'Oiseau, au point de vue cérébral : une face des plus réduites, une oxygénation des plus luxueuses (3), une température normale des plus élevées.

1° L'Oiseau, en effet, n'a pour ainsi dire pas de mâchoires puisqu'il n'a qu'un bec, qui saisit les aliments sans les mastiquer, il n'a pas de dents, il n'a pas de glandes salivaires. Chez le mammifère, les exigences sanguines de la face sont telles qu'elles nuisent plus ou moins à la croissance et au fonctionnement du cerveau, chez l'Oiseau, ces exigences sont pour ainsi dire nulles.

2° L'Oiseau est tout pénétré d'air ; il a même des cavités osseuses qui en sont remplies : l'hématose, chez lui, est merveilleusement assurée ; il est comme saturé d'oxygène. Or, nous savons que l'oxygène est le souverain excitateur des activités cellulaires ; il préside à toutes nos opérations fonctionnelles. Le cerveau de l'Oiseau, du fait qu'il est beaucoup mieux oxygéné que le nôtre, devrait être, comme fonctionnement, supérieur au cerveau humain.

3° La température normale de l'Oiseau est de 40° à 41° et de ce fait, les opérations chimiques, chez lui sont, en général, suractivées, et la conductibilité nerveuse des plus facilitées ; l'acuité de ses sens, celle de la vue, en particulier, surpasse de beaucoup la nôtre.

Mais, à côté de conditions si favorables pour son cerveau, l'Oiseau en présente de néfastes : il est un accéléré de développement ; il est doué d'une énergie musculaire prodigieuse ; il possède un estomac monstrueusement hypertrophié.

a) Que ce soit à cause de sa température normale plus élevée ou à cause du fait d'avoir à sa portée, dès les premières multiplications cellulaires du développement, une nourriture surabondante, l'embryon de l'Oiseau se développe à une allure très rapide relativement à celle de l'embryon du mammifère et surtout de l'embryon humain. C'est ainsi qu'à trois jours, un embryon de poulet est aussi avancé en son développement qu'un embryon de lapin de dix jours et qu'un embryon humain de 21 jours ! Les petits oiseaux naissent après dix à quinze jours d'incubation ; les gros, comme la poule, éclosent au bout de 21 jours, et l'autruche le plus gigantesque des oiseaux actuels, n'a que 56 jours d'incubation. Or, le temps des premiers développements embryonnaires et fœtaux, dans l'œuf ou dans l'utérus, est des plus précieux pour la multiplication des cellules cérébrales. Une des causes de la plus grande petitesse du cerveau de l'autruche par rapport à sa masse corporelle est due, sans doute, au fait que la durée de l'incubation, chez elle, est extrêmement courte (1). Ce n'est pas tout, les oiseaux, en général, mais plus particulièrement ceux qui n'acquerront qu'une intelligence rudimentaire, naissent assez développés organiquement pour pouvoir aussitôt marcher et picorer ; ils se comportent très tôt en adultes et très tôt la plupart de leurs cellules psychiques se différencient et deviennent impuissantes à se multiplier.

b) L'Oiseau est remarquable au point de vue de son énergie musculaire : un oiselet, comme l'hirondelle, par exemple, pourra voler des heures durant et franchir des centaines de kilomètres à la vitesse de cinquante mètres par seconde. L'accaparement sanguin qui s'opère dans l'aire musculaire de l'Oiseau est donc des plus considérables et il en résulte, chez cet animal, une cause d'anémie profonde pour le cerveau.

c) Ce n'est pas tout d'ailleurs ; les opérations digestives ne sont pas précédées, chez l'Oiseau, par la mastication, et l'estomac y fait fonction de meule, il devient un écraseur alimentaire, il ne constitue pas, comme chez le mammifère, une simple poche membraneuse, mais un organe aussi musculeux que le cœur, il devient le plus gros viscère de l'économie.

Ainsi donc, les deux aires les plus capables d'accaparer la masse sanguine circulante, la musculaire et la digestive, sont le siège chez l'Oiseau, d'une activité fonctionnelle particuliè-

(1) E. Aubert. Histoire naturelle des êtres vivants, tome I, p. 75. (E. André fils, éditeur, Paris).

(2) On se fera une idée de l'activité glandulaire prodigieuse qui s'observe chez le ruminant si l'on songe qu'un bœuf fabrique plus de cinquante litres de salive en 24 heures (Viault et Jolyet).

(3) Une cause certaine d'infériorité psychique chez la plupart des mammifères est la semi-asphyxie cérébrale qui résulte de l'obligation de saisir et de broyer les aliments avec la gueule en maintenant la tête plus ou moins longtemps baissée.

(1) C'est également à une incubation trop rapide qu'il conviendrait d'attribuer le nanisme cérébral des gigantesques reptiles de l'ère secondaire.

rement intense, et il en résulte que, dans le cerveau, le sang est rare, il passe et il fuit ; voilà pourquoi, sans doute, l'Oiseau ne peut jamais avoir que des idées courtes et fugitives.

D. — *Pourquoi l'Eléphant nous est-il inférieur en intelligence ?*

La gestation de l'Eléphant est de 18 à 20 mois, et l'état adulte ne survient, chez lui, qu'à l'âge de 22 à 24 ans : au point de vue de la durée de la vie intra-utérine, si favorable aux proliférations cellulaires cérébrales et au point de vue de la durée de l'enfance et de l'adolescence, si favorables aux arborisations cellulaires cérébrales et aux associations nerveuses psychiques, l'Eléphant est mieux partagé que l'Homme. D'où vient donc qu'il lui soit si inférieur en intelligence ?

L'Eléphant certes, n'est pas dépourvu de compréhension et, chez lui, l'association des idées atteint une complexité qui semble dépasser même celle du Chien ; il se distingue par une mémoire des plus remarquables, néanmoins, il n'a qu'une cérébralité de petit enfant. En voici, pour nous, les raisons : 1° l'Eléphant est un animal exclusivement végétarien ; 2° il est atteint de gigantisme osseux, ce qui nécessite un gigantisme musculaire ; 3° il est un hypertrophié de la face.

1° — Nous nous sommes assez étendus, pour ne pas y revenir, sur la puissance d'accaparement sanguin de l'appareil digestif chez les animaux qui font usage d'aliments des moins nutritifs et qui opèrent leurs digestions sur des masses alimentaires considérables : de telles exigences sanguines retentissent nécessairement sur le cerveau et le rationnent nutritivement.

2° — Nous avons naguère appelé l'attention sur ce fait que le pouvoir de prolifération osseuse persiste toute la vie de l'organisme animal, tandis que les cellules nerveuses et les cellules musculaires deviennent de bonne heure stériles dès qu'elles sont différenciées, dès qu'elles sont plus ou moins surchargées de leur substance spécifique propre. Il en résulte qu'une prolongation de la durée du développement favorisera l'os plus que les autres tissus. Or, l'Eléphant est relativement aux autres animaux un des plus ralentis en son développement, puisqu'il grandit encore à 22 ou 24 ans ; son développement est donc plus lent encore que celui de l'Homme, mais il n'est nullement comme l'Homme, un ralenti de croissance.

La croissance de l'Eléphant étant très rapide et la durée de cette croissance étant très longue, l'animal devient gigantesque, mais le tissu qui participe le plus à son augmentation corporelle est le tissu osseux. C'est pourquoi, l'Eléphant est d'une architecture massive, le poids de son squelette est disproportionné au volume de son corps (1). Mais des os colossaux exigent des muscles colossaux aussi, et si l'aire musculaire est excessivement vaste, tous les déploiements de la force physique seront nécessairement accompagnés d'hyperhémie surabondantes. Et parce que l'Eléphant est colossalement musclé, son cerveau est misérablement irrigué (2).

3° — Ce n'est pas tout d'ailleurs : l'hypertrophie de la face chez l'Eléphant est poussée à un degré extraordinaire, et c'est là une cause toute puissante et pour ainsi dire directe d'anémie cérébrale. La denture de l'Eléphant ne comprend que des incisives et des molaires, mais les unes et les autres sont relativement colossales ; elles sont le siège d'un mouvement nutritif intense puisque, les unes, les molaires, se renouvellent et sont remplacées par des jeunes dès qu'elles sont usées, et que les autres, les incisives coniques qui constituent les défenses, sont à croissance continue et l'on sait que celles-ci peuvent acquérir séparément le poids de 70 kilos (E.-L. Bouvier) (3).

Mais il est un organe de la face de l'Eléphant qui exige plus de sang encore que les mâchoires, nous voulons parler de la trompe. Certes, cet appendice est un auxiliaire éminemment précieux pour le cerveau de l'animal ; il est, en effet, le principal exécuteur des ordres de l'organe de la pensée et de plus, grâce à lui, l'Eléphant évite les demi-asphyxies cérébrales, qui sont le partage des animaux condamnés à manger la tête baissée. Car la trompe est comme un véritable bras terminé par une main, elle sert à saisir les aliments et à les porter à la bouche, mais en outre, et cela précisément parce qu'elle constitue un organe merveilleux de préhension, elle sert à porter des fardeaux, à briser des branches et des troncs d'arbre ; elle est même une arme de combat ; elle accomplit une multitude de travaux de force et d'adresse, mais, en conséquence, elle est luxueusement musclée, luxueusement irriguée, c'est pourquoi elle détourne à son profit une part nutritive des plus importantes, au grand préjudice du cerveau.

---

(1) Il y a là un contraste frappant avec l'oiseau : en effet, un oiseau géant, comme l'autruche, haut de deux mètres à pattes énormes, ne pèse qu'une cinquantaine de kilos.

(2) Il peut paraître étonnant que la musculature puisse, en ce cas, devenir aussi puissante, mais la cellule musculaire est apte, toute la vie, à emmagasiner, en surabondance, de la substance contractile, de sorte que même stérile, elle conserve une grande avidité nutritive, la masse musculaire peut considérablement augmenter sans que les cellules deviennent plus nombreuses. C'est ainsi, par exemple, que pendant la grossesse les fibres musculaires lisses peuvent s'hypertrophier au point d'acquérir une longueur triple ou même décuple de la normale : de 50 à 70μ de longueur elles atteignent 150-300 et même 500 μ.

(3) E.-L. Bouvier. Notions de zoologie. Masson et Cie, éditeurs, Paris.

En résumé, la cérébralité inférieure de l'Eléphant est attribuable à ce triple fait : il a trop d'intestins, trop de muscles et trop de face.

Conclusion. — L'analyse que nous venons de faire nous a permis de mettre en relief l'importance des conflits qui surgissent incessamment au sujet des revenus sanguins, entre les différents syndicats cellulaires d'un même organisme ; ces conflits peuvent être tels, qu'en certains cas, ils mettent d'une manière plus ou moins continue l'organe de la pensée en état d'impuissance fonctionnelle par suite de déficience nutritive. C'est à eux que nous attribuons, en principe, la grande misère d'intelligence dont font preuve tant d'animaux qui, à bien des égards, sont plus favorisés que nous en organisation.

Il importe toutefois de rappeler que toutes les grandes routes artérielles sont déjà tracées dès les premières organisations fœtales ; il y a là une véritable harmonie pré-établie, héréditaire, qui règle d'avance les parts sanguines qui doivent revenir à chacun des organes futurs. Ainsi se trouve assuré le ravitaillement nutritif des organes les plus humbles, comme celui des plus opulents. Dès lors, les conflits interorganiques se limitent à des actions vaso-motrices ; l'organe de la pensée, condamné à des vaso-constrictions plus ou moins vastes et plus ou moins durables sera sous-approvisionné, il vivra en pauvre, mais il ne sera nullement un meurt-de-faim ; il pourra prématurément ne plus grandir, il ne sera pas un organe atrophié et dégénéré ; les animaux sont des imbéciles, des arriérés psychiques, ils ne sont pas des idiots ni des déments (1).

Dr Emile DEVAUX,
Médecin principal de 1re classe, en retraite.

LE SIÈCLE DE L'ALUMINIUM

(Suite).

B. — GISEMENTS ÉTRANGERS.

Europe.

1° *Italie.* — Avant et pendant la guerre de 1914, l'Italie ne possédait guère que les gisements de la province d'Aquila, dans les Abbruzzès, ayant donné lieu à une extraction moyenne annuelle de 7.000 tonnes de 1915 à 1919, et actuellement de 15.000 à 18.000 tonnes, et les gisements de la région de Caserte et Bénévent, en Campanie, ne donnant lieu aujourd'hui qu'à une extraction d'un millier de tonnes annuelles.

Depuis la guerre de 1914, l'Italie occupe une place particulière comme pays producteur de *bauxite d'aluminium.*

Le traité de paix a fait de l'Istrie, inscrite dans le triangle Trieste, Pola et Voloska, une terre italienne. Or, l'Istrie se classe comme fournisseur très important pour les pays producteurs, mais elle n'entreprend pas pour son propre compte la fabrication intégrale de l'aluminium dont son sol possède en quantité considérable les matières essentielles.

Les terres rouge sang ou rouge brun caractéristiques de la bauxite d'aluminium s'étalent sur la côte orientale de la péninsule d'Istrie. Les gisements sont jalonnés par le Monte-Maggiore, San-Martino, Rabaz, la presqu'île de Porto-Longue, utilisant pour l'embarquement les ports de Fiume, Fianona, Rabaz, auxquels les réunissent des voies ferrées ou des transbordeurs aériens. Les ports de la côte occidentale de la péninsule de Pola à Trieste assurent l'expédition des minerais provenant de Goufanara, de Visinada et de Portole.

Le potentiel de l'Istrie pourrait être d'environ 100 millions de tonnes de bauxites de toutes sortes, sans qu'il soit possible de chiffre d'une façon suffisamment précise le potentiel des bauxites d'aluminium. Ce potentiel doit cependant être élevé et dépasse peut-être le potentiel français en minerais de cette espèce.

L'exportation annuelle de bauxite d'aluminium d'Istrie, dans les pays producteurs d'aluminium, est de 300 à 350.000 tonnes, sur lesquelles l'Allemagne prélève un sérieux contingent. Ce chiffre d'exportation correspond précisément à notre chiffre d'extraction de bauxites varoises.

Mais alors qu'il y a trente années environ que nous avons commencé à exploiter nos bauxites du Var, c'est seulement depuis la guerre de 1914 qu'a commencée l'exploitation des bauxites istriennes. C'est en somme la grande guerre qui a mis en valeur ces bauxites aussi bien que les bauxites dalmates. Les tranchées creusées en Istrie par les Autrichiens ont mis à jour cette richesse.

Alors que les gisements français constituent la plupart du temps des couches et filons, les gisements d'Istrie et Dalmatie se présentent sous forme d'amas constitués par des poches

(1) Pour mieux limiter notre sujet, nous n'avons rien dit, ici, d'un autre adversaire des plus redoutables pour le cerveau : le concurrent sexuel, celui-ci est le dernier des acteurs à prendre sa place sur la scène organique, mais, chez l'animal, il apparaît si prématurément et son énergie nutritive est telle que, brusquement, il bloque l'intelligence en pleine vitesse de développement.

Voir notre étude : l'Infantilisme de l'homme et ses rapports avec les anthropoïdes. (*Rev. générale des sc.*, 15 mai 1921).

plus ou moins profondes. Ces gisements ne sont pas garantis de l'érosion et de la destruction comme les gisements varois recouverts par des couches protectrices calcaires.

Aussi, en Istrie et Dalmatie n'y a-t-il pas d'exploitation souterraine comme c'est en France un cas assez fréquent.

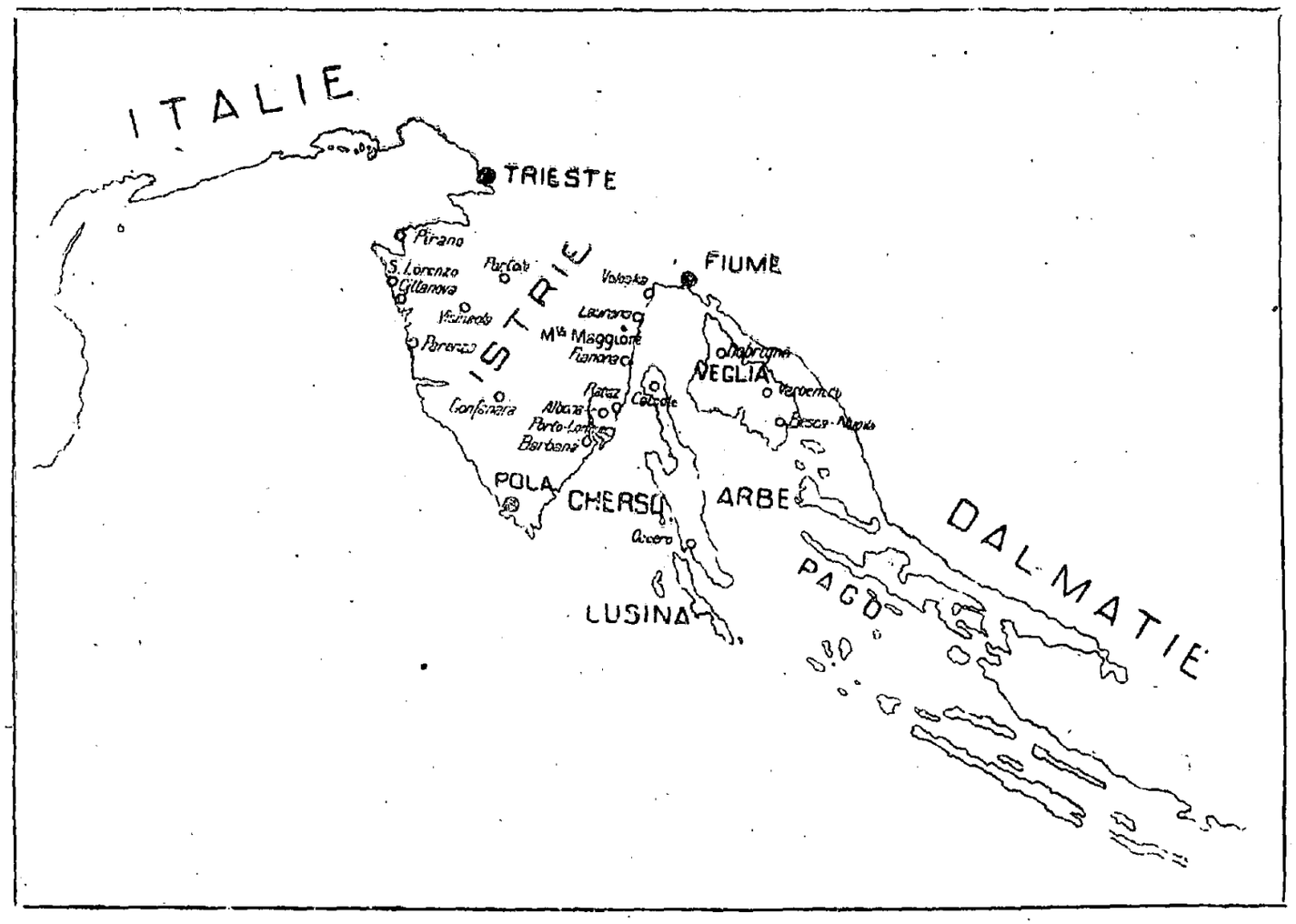


Fig. 14. — Gisements Italiens.

Enfin, dans ces pays, l'exploitation des bauxites est soumise au régime de la concession, c'est-à-dire à l'autorisation de recherches, puis d'exploitation données par le gouvernement.

En France, au contraire, le régime est celui de l'exploitation libre des carrières par les propriétaires ou les sociétés locataires.

Ce régime de liberté se prête d'ailleurs difficilement à la prospection méthodique des richesses en bauxites.

A noter que les chiffres d'extraction annuelles donnés par James Hill (Bureau des Mines, Washington) sont les suivants pour l'Italie :

1920	13.139 tonnes
1921	49.120 —
1922	66.646 —
1923	98.055 —
1924	140.790 —
1925	195.000 —

2° *Yougoslavie.* — La Dalmatie insulaire et la Dalmatie continentale possèdent de très abondants gisements de bauxite, mais qui, étant donné leur teneur généralement élevée en silice, constituent du minerai destiné en majeure partie à la fabrication du ciment fondu. D'après James Hill, la production yougoslave a été la suivante :

1920	27.860 tonnes
1921	10.021 —
1922	31.290 —
1923	32.631 —
1924	18.485 —
1925	79.032 —

L'exportation principale a lieu vers l'Allemagne.

3° *Grande-Bretagne.* — Elle ne tire de l'Irlande (compés d'Antrim et de Londonderry) qu'environ 12.500 à 15.000 tonnes annuelles de bauxite d'aluminium. Elle est donc importatrice de bauxite. Jusqu'ici elle importait de France une partie de son minerai. Les grandes richesses en bauxite d'alumintum de la Guyane anglaise traitée en grande partie aux Etats-Unis et au Canada, transforment, en ce qui concerne l'avenir, le problème de l'approvisionnement de la Grande-Bretagne en bauxite d'aluminium.

4° *Roumanie.* — Elle possède des gisements très étendus dans le massif de Bihar. Leur potentiel serait d'environ 20 millions de tonnes, auxquelles il faut ajouter les gisements de Kiralyerdo et de Remecz, exploités par les Allemands.

5° *Hongrie.* — Des gisements de bauxite ont été découverts en Hongrie et ont alimenté les Allemands pendant la guerre. Ces gisements sont situés à l'extrémité nord du lac Balatan, dans les Montagnes Vertes. Le potentiel serait d'environ 30.000.000 tonnes (Dr Szabos) ; mais ces bauxites sont très siliceuses.

6° Pour terminer en ce qui concerne l'Europe, signalons les gisements d'Ungvar, en *Tchécoslovaquie*, auxquels s'intéressent les usines Skoda, les gisements de Béotie, en *Grèce*, ouverts à l'exploitation et à l'exportation, les gisements de *Russie* (Novogorod-Perm, rives de la Wolozla), auxquels les Russes semblent s'intéresser aujourd'hui, et en *Espagne*, les gisements de la province de Barcelone, de teneur assez forte en silice et utilisés pour les produits réfractaires et les sels d'alumine.

Les autres pays d'Europe sont dépourvus de bauxite, notamment l'Allemagne ne possède que les bauxites de Vogelsberg, exploitées pendant la guerre par la Bauxitwerke, à Giessen, et qui sont difficiles à traiter pour l'aluminium.

Amérique.

1° *Etats-Unis.* — Les Etats-Unis ont un grand potentiel de bauxite dans la Georgie, le Tennessee, l'Alabama, l'Arkansas.

C'est dans la Georgie que se produit la plus grande extraction.

L'extraction a été ralentie depuis 1924 dans les trois autres Etats, par suite de l'utilisation des ressources de la Guyane anglaise. D'après James Hill, précité, la statistique de production est la suivante :

1920 : 529.675 tonnes
1921 : 141.790 —
1922 : 314.569 —
1923 : 531.079 —
1924 : 353.148 —
1925 : 321.620 —

2° *Guyane anglaise.* — Des gisements de bauxite d'aluminium de première qualité ont été découverts dans la Guyane anglaise. Ces gisements, qui appartiennent à une filiale de l'Aluminium C° of Amerika, s'étendent sur les deux rives du fleuve Demarara et ont donné lieu à la création d'une ville, Mackensie.

La plus grande partie de la bauxite est exportée aux Etats-Unis.

D'après le journal *Aluminium*, de Berlin, l'extraction aurait été la suivante :

1918 : 4.266 tonnes.
1924 : 160.000 tonnes.
1925 : 200.000 tonnes.

Des chute d'eau du Potara (225 m. de haut) permettront d'établir des usines de fabrication de l'aluminium.

3° *Guyane hollandaise.* — Elle possède des gisements de première qualité, exploités également par une filiale de l'Aluminium C° of Amerika.

D'après le journal *Aluminium*, de Berlin, l'extraction aurait été la suivante :

1922 : 18.000 tonnes.
1924 : 60.000 tonnes.
1925: :100.000 tonnes.

Notons quelques gisements de bauxite au Brésil.

Notons également qu'il n'y a pas au Canada de bauxite propre à la production de l'aluminium. En revanche, l'Al. C° construit près de Québec (dans le district de la rivière Saguenay) des usines d'aluminium qui seront alimentées entièrement par la Guyane anglaise.

Afrique.

Côte d'Or. — De grands gisements de bauxite d'aluminium ont été découverts tout récemment dans la Côte d'Or et l'Achanti.

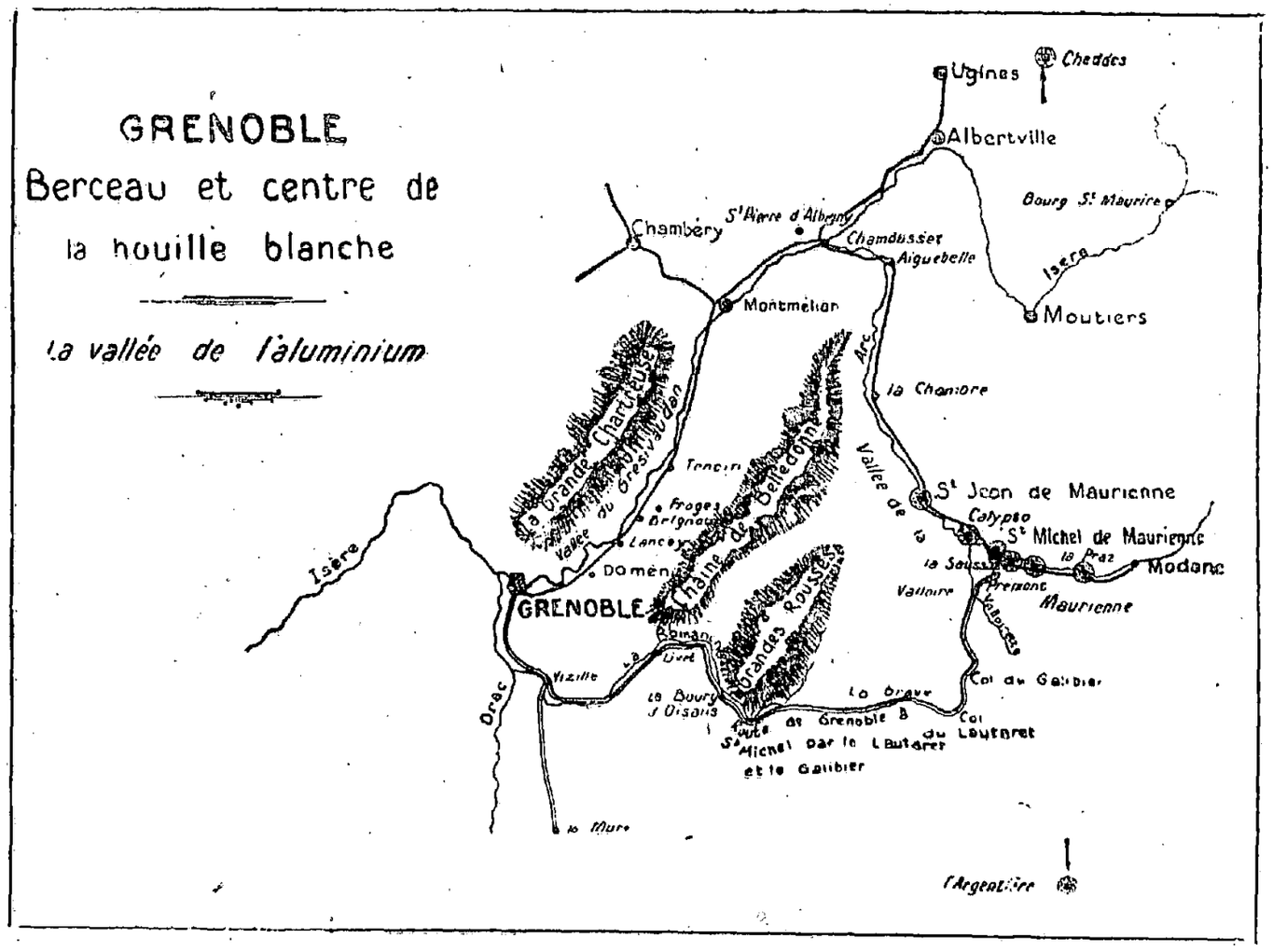


Fig. 15. La Vallée de l'aluminium

D'après le journal *Aluminium* (Berlin) de juillet 1926, un gisement principal aurait la composition suivante :

60 o/o d'alumine
1 o/o de silice à peine.

Son potentiel serait de 2.400.000 tonnes, correspondant à 600.000 tonnes d'aluminium.

D'autres gisements seraient évalués à 22 millions de tonnes de bauxite d'aluminium, correspondant à 6 millions de tonnes d'aluminium.

On prévoit des installations électriques prenant leur énergie au fleuve Volta aménagé, et pouvant permettre la fabrication de l'aluminium.

Il y a quelques gisements de bauxite dans la Sierra Léone, le Togo, le Tanganika, le Mozambique et à Madagascar.

Asie.

Inde. — Il y a de grandes richesses de bauxite dans l'Inde. L'exploitation est faible, parce que difficile. Les gisements sont répartis sur de très vastes étendues. Dans le seul Etat de Kohlapur on donne le chiffre de 16 millions de tonnes.

***

Cet aperçu mondial nous montre qu'il y a en Europe deux grands centres de production de bauxite d'aluminium : la région du Var, en France, et la région péninsulaire de l'Istrie.

En Amérique, les Etats-Unis et la Guyane anglaise.

En Afrique : la Côte d'Or.

En Asie : l'Inde.

En ce qui concerne l'Europe, les régions varoises et istriennes ont un potentiel de bauxite d'aluminium sensiblement équivalent.

Mais l'industrie française, quoique fortement exportatrice de bauxite d'aluminium (1) ne s'arrête pas au stade de d'extraction de la matière première, mais va jusqu'au produit final, l'aluminium, pour la fabrication duquel elle fait appel à sa richesse nationale : la houille blanche.

II. — ALUMINE

L'alumine constitue le stade intermédiaire de la production de l'aluminium.

Comme nous l'avons vu, sa fabrication met en œuvre : la bauxite, l'énergie thermique (lignite) et de la soude destinée à fixer les éléments étrangers à l'alumine dans la bauxite, soude dont la concentration en vue d'un usage ultérieur consomme une énergie thermique relativement considérable.

Les usines d'alumine doivent donc déterminer leur emplacement d'après la situation géographique des gisements de bauxite et des gisements de lignite. De ce fait, elles se sont développées, en France, dans la région du sud-est. Nous y trouvons les usines d'alumine suivantes :

La Barasse, près de Marseille, Gardanne, dans le voisinage immédiat des mines de la Houve, des charbonnages des Bouches-du-Rhône et de Fuveau, recevant par voie ferrée de Brignolles et de Tourves les bauxites varoises.

Au nord et sur la Durance, Saint-Auban, antenne lancée vers l'énergie hydraulique, fabriquant à la fois de l'aluminium et de l'alumine, l'énergie thermique étant fournie par les lignites de Manosque et de Signance.

Puis c'est le bassin charbonnier d'Alais, qui a suscité à Salindres la fabrication de l'alumine.

Minerai, charbon, voies ferrées, port d'embarquement à proximité, voilà ce qui constitue pour le stade intermédiaire une situation unique et privilégiée.

III. — L'ALUMINIUM.

France.

La matière première et l'énergie thermique ont accompli leur œuvre en créant dans le stade intermédiaire l'alumine, produit de transition.

C'est maintenant à l'énergie hydraulique que nous allons demander la transformation de l'alumine en aluminium, dernier stade de la production.

De la région provençale, nous allons nous transporter dans la région dauphinoise et saluer au passage Grenoble, centre et berceau de la houille blanche, qui réunissait dans son Congrès, tenu du 4 au 8 juillet 1925, savants, industriels, utilisateurs, tous admirateurs de cette incomparable source d'énergie. C'est dans la région de Grenoble que se trouve la plus grande densité de la force hydraulique du monde.

Le 25 juillet 1925, sur le plateau des Petites Roches, d'où l'on pouvait embrasser d'un seul coup d'œil les glaciers de la chaîne de Belledone, qui devaient alimenter les premières chutes de haute montagne, équipées par les précurseurs Bergès, Fredet et Matussière, M. Louis Marlio, président de la Chambre Syndicale des Forces Hydrauliques, et président du 3e Congrès, s'exprimait ainsi :

« Houille blanche, qui, sans être gratuite
« comme on le dit trop souvent à tort, demeure
« une fois créée toujours jeune et toujours fé-
« conde, puisqu'elle emprunte sa puissance au
« réservoir inépuisable de la chaleur solaire, au
« lieu de consommer sa propre substance,
« comme la houille noire, qui même dans les
« pays les mieux pourvus, disparaîtra dans
« quelques dizaines ou quelques centaines d'an-
« nées, c'est-à-dire dans quelques instants à
« peine de la fuite éternelle des temps. »

Et encore de M. Marlio, à la séance d'inauguration du Congrès :

« Il ne fut jamais plus nécessaire de main-
« tenir et de développer le rôle de la houille
« blanche, à côté de la houille noire, de sup-
« primer ainsi une main-d'œuvre considéra-
« ble, un travail pénible, de diminuer dans les
« pays à change déprécié qui sont importateurs
« de charbon, une des causes principales d'affai-
« blissement de leur devise, de permettre par
« l'électrification des campagnes, la substitu-
« tion des engins mécaniques à la main-d'œu-
« vre agricole disparue, de récupérer à la mai-
« son et grâce aux métiers électriques, une
« main-d'œuvre qui, sans cela, ne saurait trou-
« ver d'emploi, qu'en sacrifiant les devoirs sa-
« crés de la famille.

« Source d'énergie, qui apporte avec elle la
« propreté, l'hygiène, la sécurité, la lumière
« et la chaleur ! »

Quittons ce beau belvédère des Petites Roches, non sans avoir rendu notre hommage de reconnaissance aux trois grands précurseurs, et descendons dans la vallée du Grésivaudan.

Domène, Lancey, Brignoud, Froges jalonnent

(1) Avant la Guerre, les 2/3 de la production mondiale d'aluminium était obtenue en partant des bauxites françaises.

la route de la vallée de Grenoble à Montmélian — suivie par la voie ferrée de Grenoble à Chambéry. Domène, centre d'activité de Matussière ; Lancey, celui de Bergès ; Brignoud, celui de Frédet.

Saluons encore les noms de ces grands animateurs de la montagne qui équipèrent les premières chutes. Bergès, une chute de 200 m. (1869), portée à 500 m. (1882) à Lancey, Matussière, une chute de 150 m. (1878), à Domène. Frédet, une chute de 131 m. à Brignoud.

Puis, c'est Froges qui évoque le nom d'Héroult, grand précurseur de l'industrie électro-

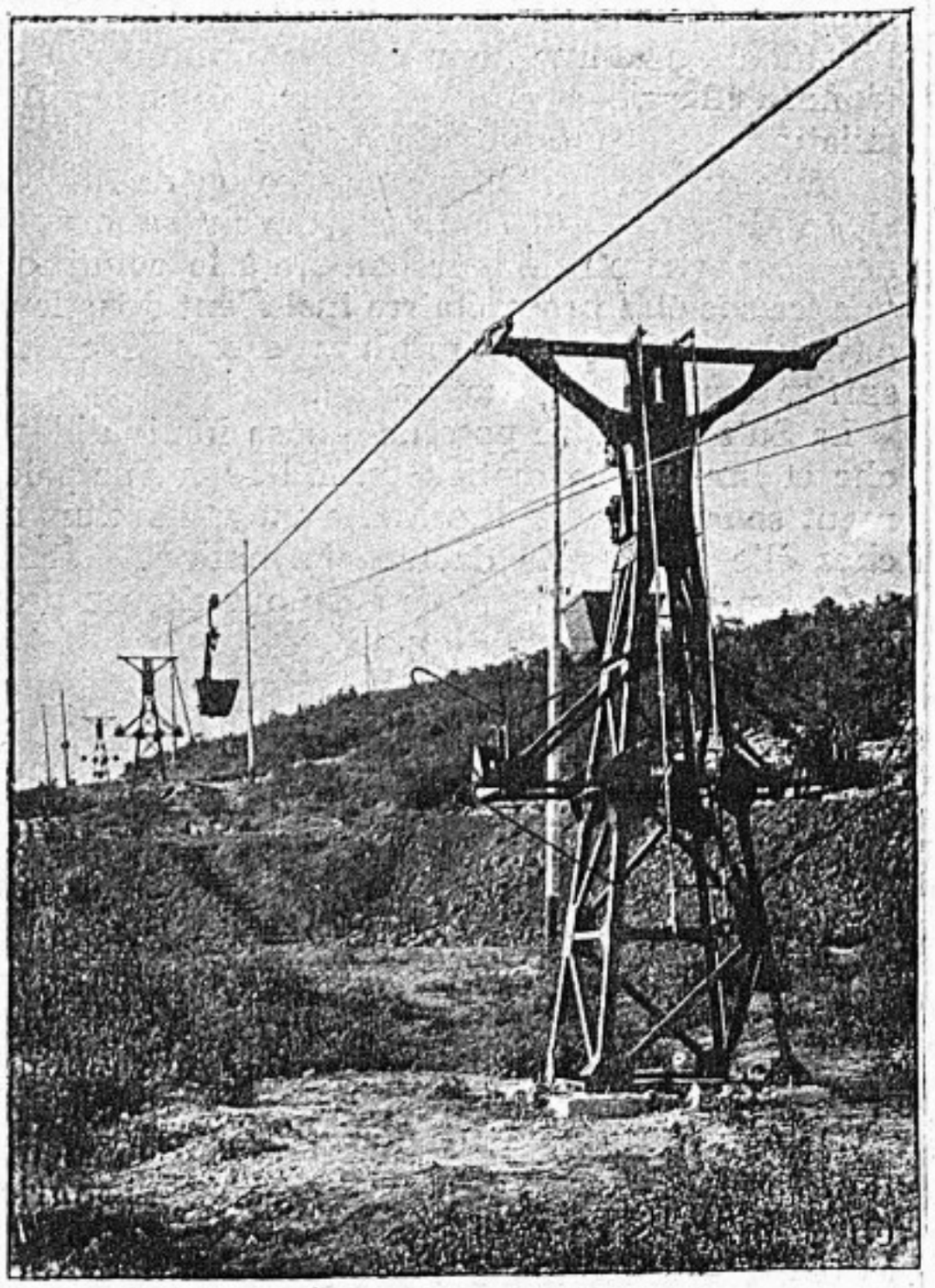


Fig. 16. — Transport du minerai

métallurgique, et en particulier de l'industrie de l'aluminium.

Si nous remontons la valliée de l'Isère, nous trouvons à Chamousset le confluent de l'Arc, dont la vallée sauvage et encaissée est à proprement parler la vallée de l'aluminium.

C'est en 1890 que les frères Bernard vinrent transporter dans cette vallée de la Maurienne leur usine de fabrication de l'aluminium de Creil, où leur fils et neveu, l'écrivain Tristan Bernard avait fait ses premières armes d'ingénieur avant de s'aiguiller dans la voie littéraire qui devait le conduire à la célébrité.

En 1891, les frères Bernard créaient l'usine de Calypso, en aval de Saint-Michel-de-Maurienne, et équipaient une chute d'eau de 600 mètres sur la Valloirette.

L'exemple est suivi.

C'est en 1893, l'usine de la Praz que créée Héroult, à qui Froges est insuffisant. Puis, vers la même année, l'usine de Prémont, installée par la Société d'Electro-Chimie. Puis en 1905, c'est la création de l'usine de la Sauzzaz, émanation de la Société Héroult. Puis, enfin, en 1907, c'est la mise en route de l'usine de Saint-Jean-de-Maurienne, créée par la Compagnie d'Alais, et de la Camargue.

L'usine d'aluminium de Cheddes, sur l'Arve, est une antenne poussée vers le nord de la Savoie, et celle de l'Argentière, dans la haute vallée de la Durance, une antenne dans la direction du bassin provençal, avec comme pointe d'avant-garde, l'usine de Saint-Auban, véritable point de jonction entre les usines du dernier stade et celles du stade intermédiaire. Cette usine fabrique en effet de l'alumine, et dans un délai rapproché fournira de l'aluminium.

Pour être complet, en cessant d'être régional, ajoutons l'usine d'aluminium d'Auzat, dans le bassin pyrénéen.

Capacité de production mondiale de l'aluminium

Le tableau suivant la résume :

Etats-Unis	115.000	tonnes
France	30.000	—
Allemagne	40.000	—
Canada	15.000	—
Grande-Bretagne	14.000	—
Italie	8.000	—
Suisse	15.000	—
Norvège	16.000	—

Soit, environ : 250.000 tonnes.

Notons que la production effective n'atteint, suivant les pays, qu'environ les 2/3 ou les 3/4 de ces chiffres, les énergies thermiques et hydrauliques étant dérivées sur d'autres élaborations d'ordre métallurgique et chimique.

A ce sujet, le journal *Aluminium*, de Berlin (février 1926), présente la question sous le jour suivant :

La production de l'aluminium en 1930 serait de 400.000 tonnes, pour lesquelles il faudrait 1.600.000 tonnes de bauxite d'aluminium.

En admettant que la bauxite d'aluminium employée soit les 80 o/o de la bauxite totale utilisée, il faudrait prévoir pour 1930 une consommation de 2 millions d'tonnes de bauxites de toute espèce.

On voit que lorsqu'il s'agit d'aluminium, les Etats-Unis, dont la production a, en fait, dépassé 100.000 tonnes pendant la guerre, tiennent la tête.

Comme la France, ils peuvent s'alimenter à tous les stades de la production de la substance nationale. Bauxite très abondante, énergie thermique, énergie hydraulique sont leur apanage. Ils occupent donc, au point de vue mondial, la première place.

Mais au point de vue européen, la première place revient sans contredit à la France, qui possède, d'une part, les gisements de bauxite les plus recherchés, les mieux placés, à proximité des ports de la Méditerranée, et dans le voisinage du charbon, et d'autre part, une énergie hydraulique merveilleusement groupée, à proximité des bauxites et des usines d'alumine.

C'est là une situation unique en Europe.

L'Allemagne, en effet, possède très peu de bauxite, et cette pénurie a soulevé pour elle pendant la guerre des problèmes particulièrement complexes, relativement à son matériel d'aviation. Avant la guerre, elle s'alimentait en bauxite dans les pays voisins, principalement en France. L'exploitation de bauxites autrichiennes lui a permis pendant les hostilités d'assurer ses besoins en aluminium.

Ne possédant pas le minerai d'aluminium, les 40.000 tonnes figurant dans sa capacité de production n'expriment que sa puissance de transformation d'un minerai dont elle est pauvre, transformation effectuée en utilisant l'énergie thermique des centrales à lignite des usines de l'Erftwerk, au nord de Cologne, de Lautawerk, de l'Innwerk, en Bavière, et de Bitterfeld, en Saxe.

Si l'aluminium doit satisfaire un besoin national pour l'Allemagne, il ne constitue pas pour elle — comme pour la France — un produit intégralement national.

Il n'est pas non plus intégralement national pour la Grande-Bretagne, qui ne tire de l'Irlande qu'environ 12.000 à 15.000 tonnes par an de bauxite, et importe une partie de son minerai. Nous avons vu que les gisements de la Guyane anglaise constituent maintenant pour elle une source intéressante d'approvisionnement.

L'Italie est un petit producteur d'aluminium et un gros exportateur de bauxite. Pendant la guerre, elle avait procédé à l'installation de l'usine de Villanuova, dans la vallée d'Aoste, pour la fabrication de l'aluminium.

Un mouvement semble se dessiner dans ce pays pour mettre des entraves à l'exportation de la bauxite istrienne et organiser sérieusement la production de l'aluminium. On veut que les gisements italiens abondants, mais non inépuisables, servent en premier lieu à l'industrie italienne.

Notons la protestation de la Commission Royale de la province de Pola :

« Comme il s'agit d'une matière première peu « abondante et très nécessaire, l'exportation de « la bauxite doit être interdite dans l'intérêt de « l'Italie ».

Nous avons donné le chiffre de 8.000 tonnes pour la capacité de production actuelle de l'Italie en aluminium. En réalité, l'Italie ne fabrique actuellement que 2.000 tonnes d'aluminium, son activité industrielle étant dérivée dans une large proportion vers la fabrication des sels d'alumine, du ciment fondu et des produits réfractaires.

Elle importe de Suisse, des Etats-Unis, de l'Allemagne, de la Grande-Bretagne et de la France 6.800 tonnes d'aluminium. Aussi voyons-nous la société italienne Montecatini projeter l'installation d'une usine d'aluminium à Cotrone, l'énergie devant être fournie par les installations hydrauliques de « La Sila ».

Nous voyons la même tendance en Roumanie et en Hongrie, qui semblent devoir subordonner l'exportation de leur bauxite à la condition que les sociétés propriétaires installent dans leur pays des usines d'aluminium susceptibles de suffire aux besoins nationaux.

La Suisse, qui ne possède que sa houille blanche et importe la matière première, principalement sous forme d'alumine, a vu se développer chez elle l'industrie de transformation.

L'aluminium n'est donc pas pour elle un produit intégralement national.

Les 16.000 tonnes de Norvège n'ont également de national que la houille blanche, la France étant la principale source où ce pays s'alimente en matières premières.

Nous avons donné précédemment un aperçu des richesses respectives des pays à gisements de bauxite et nous avons constaté la tendance très nette des pays où la découverte des gisements est récente, à restreindre l'exportation des bauxites et à assurer chez eux le développement du cycle de la production, tout au moins jusqu'à ce que satisfaction soit donnée à leurs besoins nationaux (Italie, Roumanie, Hongrie, en ce qui concerne l'Europe).

Le grand avenir réservé au métal semble rendre les détenteurs de la matière première très circonspects vis-à-vis de l'exploitation et de la destination de ces bauxites d'aluminium.

La France réalise depuis longtemps le cycle complet de la production, dans des conditions économiques remarquables. Elle est par excellence « le pays de l'aluminium ». Nous verrons comment peut s'exercer de la façon la plus satisfaisante l'exploitation de sa richesse nationale.

EXPLOITATION DE LA RICHESSE NATIONALE

L'exponentielle des stades de fabrication.

Les stades de fabrication semblent être réglés par une loi exponentielle.

$2^0 = 1$, c'est la tonne d'aluminium qui sert de point de départ.

Elle exige $2^1 = 2$ tonnes d'alumine.

Chaque tonne d'alumine consomme en moyenne 2 tonnes de bauxite, soit pour 2 tonnes d'alumine.

$2^2 = 4$ tonnes de bauxite.

Et enfin, pour 1 tonne d'aluminium, il faut $2^3 = 8$ tonnes de charbon au minimum (charbon nécessaire pour la fabrication de l'alumine).

Il y a lieu d'ajouter 1 tonne de charbon pour la confection des électrodes destinées à la fabrication de l'aluminium.

De sorte que si nous supposons notre production nationale d'aluminium égale à 30.000 tonnes annuelles, ce qui est un minimum des besoins actuels, nous arrivons aux consommations respectives représentées par le tableau suivant :

120.000 tonnes de bauxite
250.000 à 300.000 tonnes de charbon
60.000 tonnes d'alumine
30.000 tonnes d'aluminium.

Ajoutons qu'une tonne d'aluminium consomme pour son élaboration par électrolyse en partant de l'alumine : 40.000 Kwh., soit pour 30.000 tonnes, une puissance de 250.000 à 300.000 chevaux hydrauliques, en comptant 300 jours de 24 heures. Etant donné la période des basses eaux, le régime d'utilisation est évidemment variable. Ce ne sont là que des chiffres approximatifs.

Nous voyons que la production de 30.000 tonnes d'aluminium est conditionnée par la consommation de 120.000 tonnes de bauxite, exigeant une énergi thermique de 250.000 tonnes de charbon pour l'alumine et une énergie hydraulique de 300.000 chevaux en moyenne pour l'électrolyse de l'alumine en vue de la fabrication de l'aluminium.

Parmi les énergies mises en jeu, l'une, l'énergie hydraulique, est inépuisable. L'énergie thermique ne l'est pas, mais présente un caractère d'abondance susceptible de donner de sérieux apaisements.

Energie hydraluique. — Elle est empruntée aux chutes d'eau des Alpes, à la houille blanche.

Le nombre de chevaux installés passe de 200.000 en 1902 à 750.000 en 1914, à 1 million 200.000 en 1924, et actuellement à plus de 2 millions.

Près de 5 millions sont encore en projet, ce qui fait prévoir pour l'avenir une puissance de 7 millions de chevaux que la nature rend éternels.

C'est donc l'inépuisable richesse, un capital sans cesse renouvelé qui, en dehors de l'industrie de l'aluminium, alimente l'industrie métallurgique et chimique.

L'énergie hydraulique constitue donc, en fait, une substance nationale inépuisable.

Energie thermique. — Il faut consommer pour la production type de 30.000 tonnes d'aluminium, environ 300.000 tonnes de charbon.

Dans l'espèce, le combustible est le lignite,

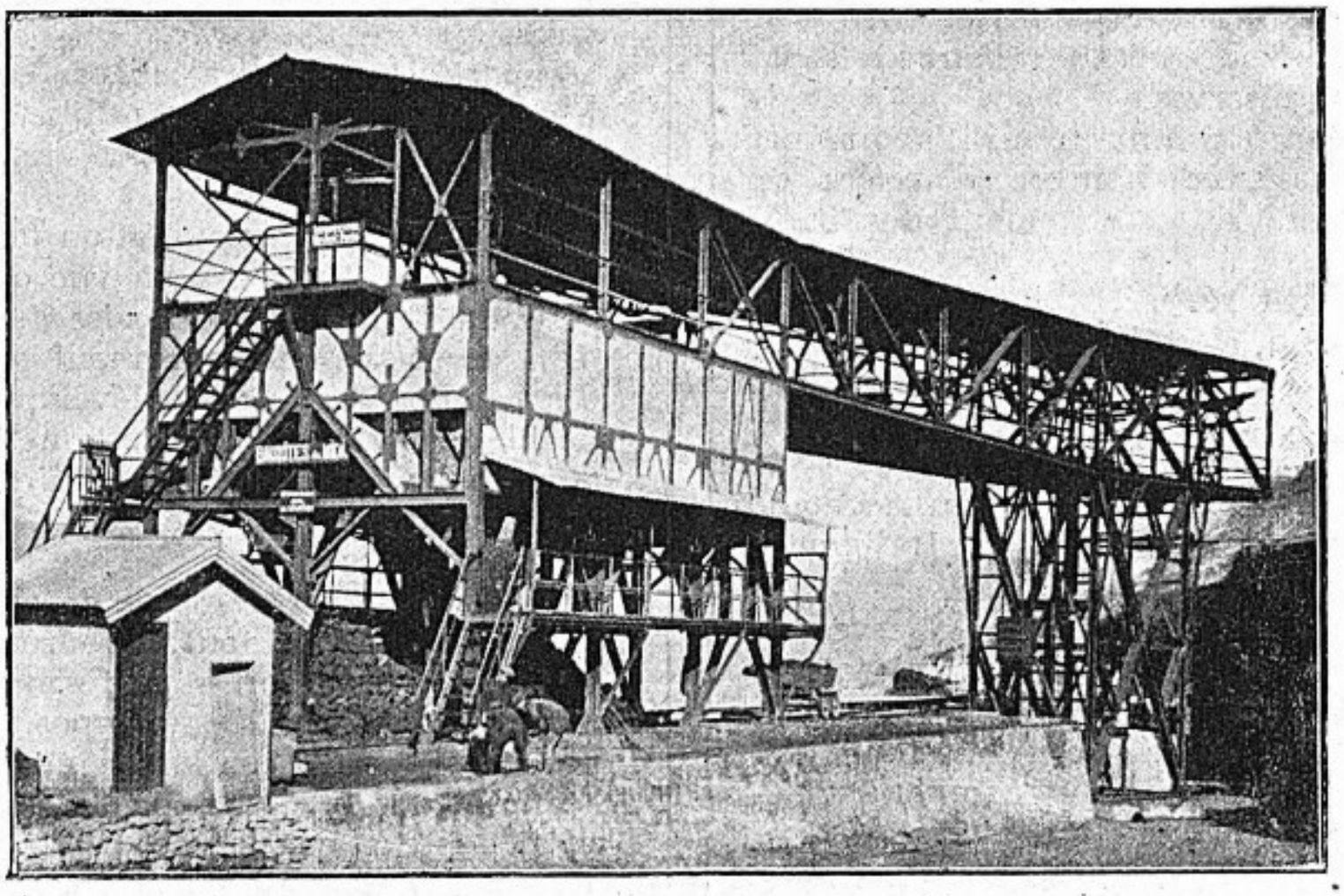


Fig. 17. — Arrivée du transport aérien et dispositif de chargement sur wagon.

dont plusieurs centaines de millions de tonnes sont rassemblées dans le bassin de Fuveau, près d'Aix et de Gardanne.

Plus au nord, un tonnage assez considérable constitue le groupe des lignites de Manosque et celui-de Sigance, un peu plus au nord, dépendant des mines de Montrambert.

Là encore, l'énergie thermique ne fait pas défaut et, sans avoir le caractère de pérennité de l'énergie hydraulique, elle constitue un capital national très particulièrement important.

Bauxites. — Si la bauxite, minerai d'aluminium, est bien une substance nationale, elle ne mérite pas à aucun titre, l'épithète d'inépuisable dont on l'a qualifiée souvent, bien à tort.

Si on s'en tenait au minerai Standard (5 millions de tonnes) et, dans l'hypothèse qui nous occupe, à savoir : production annuelle de 30.000 tonnes d'aluminium exigeant 120.000 tonnes de bauxite, une quarantaine d'années auraient raison de nos réserves.

Heureusement, comme nous l'avons précédemment exposé, ce nombre d'années serait presque décuplé si le traitement des bauxites silicieuses (entre 4 o/o et 8 o/o de silice) est économiquement réalisé.

De toute façon, c'est du côté du minerai d'aluminium que notre capital national est le plus faible.

Et il ne faut pas oublier que les durées seront réduites si les exportations de bauxite d'aluminium ou d'alumine provenant du traitement de ces bauxites est considérable.

Quoi qu'il en soit, et sous les réserves exprimées, la bauxite française représente une substance de haute qualité, très particulièrement recherchée, mais dont le coefficient de durée ne saurait obtenir la comparaison avec celui des deux éléments considérés.

Nous avons donc montré que, dans tous ses stames, la fabrication de l'aluminium en France faisait appel à la substance nationale.

Comme nous l'avons dit à l'avant-propos, l'exportation sera d'autant plus rémunératrice qu'elle s'accomplira en fin d'achèvement du stade producteur, c'est-à-dire au moment où le travail national se sera exercé dans son intégralité absolue.

Si nous considérons les trois stades : Bauxite, Alumine, Aluminium, nous constatons que les prix respectifs de ces substances sont, au début de 1926, pour la bauxite approximativement 60 à 80 fr. la tonne ; pour l'alumine (produit intermédiaire) 2.000 francs la tonne ; pour l'aluminium, 14.000 fr. (1) la tonne.

(1) En septembre 1926, l'aluminium vaut 18.000 fr. la tonne. Le prix européen en décembre 1926 est de 107 livres sterling.

ne d'aluminium, dans le présent ou l'avenir.

Et cependant, l'aluminium, sous forme de lingots et mieux de produits finis, représente le dernier terme de la production, alors qu'il y a assimilation complète de la substance nationale, notamment de l'énergie hydraulique, qui présente un caractère d'incontestable pérennité.

C'est le véritable produit d'exportation, une fois nos besoins nationaux satisfaits.

En exportant quatre tonnes de bauxite d'aluminium, on se prive de la fabrication d'une ton-

CONCLUSION

D'ores et déjà la production française doit déployer de grands efforts pour réaliser cette satisfaction intégrale dont nous avons parlé.

Les 30.000 tonnes annuelles qui ont servi de base à notre exposé devront être largement dépassées.

L'exportation n'est pas encore en vue, et une politique économique susceptible de gérer notre capital national d'une façon rationnelle doit être poursuivie.

C'est à l'origine, l'exploitation prudente et judicieuse de nos bauxites en vue d'assurer pour l'avenir la production française de l'aluminium et son accroissement progressif.

C'est au dernier stade, le développement indispensable de l'énergie hydraulique, par de nouveaux aménagement de chute. C'est là un point d'une importance capitale pour l'augmentation de la production.

La satisfaction primordiale de nos besoins nationaux doit, avant tout, être réalisée.

Enfin, l'exportation sous forme de produits finis intégrant dans leur composition, le maximum de substance nationale et en particulier de cette admirable substance qu'est la « houille blanche », sera poursuivie.

Une pareille gestion sera féconde pour la France.

Elle sera rémunératrice et contribuera à la résurrection financière de notre pays par une exploitation rationnelle des richesses que la nature lui a généreusement dévolues.

CH. GRARD,
Inspecteur général de l'Aéronautique,

ERRATUM

Dans l'article de M. Javillier, paru dans le n° du 8 janvier 1927, page 20, colonne 1, ligne 19, *lire* 1925 au lieu de 1926. Ligne 20, *lire* 1925 au lieu de « l'année dernière ».

NOTES ET ACTUALITÉS

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Novembre 1926). *Arithmétique.* M *Krawtchouk* généralise des résultats de Kronecker et de Hecke sur la distribution des nombres premiers. La formule qu'il obtient constitue aussi une extension du théorème de Dirichlet sur la distribution des nombres premiers dans une progression arithmétique.

Algèbre. M. *Emile Borel* envisage des équations de la **forme $y_i\ Y_i = 0$ où les Y_i sont un système de n formes** linéaires, (n entier impair), à déterminant symétrique gauche; et il pose le problème de déterminer, notamment, si pour n assez grand, et pour certains choix des Y_i, les relations précédentes exigent ou non que tous les y soient nuls.

Théorie des fonctions. 1. Précédemment, M. Bloch a démontré que si $f(z) \equiv Z + \ldots$ est holomorphe pour $|z| < 1$, le domaine riemannien décrit par $f(z)$ comprend un cercle à un feuillet, de rayon supérieur à une constante absolue. M. *G. Valiron* donne une démonstration simple de ce théorème, et présente quelques remarques sur les théorèmes de Landau, Montel, Schottky, conséquences du précédent.

2. A un ensemble superficiel, tel que l'aire d'un carré, appliquons une transformation continue, et calculons le rapport de la mesure de l'ensemble transformé à celle de l'ensemble primitif. Moyennant certaines conditions, qu'énonce M. *S. Stoïlow* on peut ainsi définir la dérivée de la transformation en un point, et généraliser plusieurs propriétés classiques des dérivées et des jacobiens.

3. Complétant un de ses résultats antérieurs, M. *A. Kovanko* obtient une condition *nécessaire* et suffisante pour que l'existence de l'un des symboles

$$\int_E F[f(x)]\,dx \quad \text{et} \quad \sum_1^\infty [F(k+1) - F(k)]\,\text{mes}\,E_k$$

avec $Ek = E(f \geqslant k)$, entraîne celle de l'autre.

4. M. *E.-F. Collingwood* étend un théorème qu'il a obtenu avec M. Valiron, et qui fournit une limitation du nombre des zéros, intérieurs à un cercle, d'une fonction entière d'ordre donné. La méthode, qui utilise aussi des résultats de M. Carleman, fait intervenir l'intégrale souvent considérée dans ces recherches

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \log^+ |f(re^{i\theta})|\,d\theta$$

5. Reprenant ses résultats sur les fonctions d'intervalle linéaire, et ceux de MM. Tonelli et Rado, M. *S. Saks* établit presque partout dans l'aire d'un carré sur lequel est définie une certaine surface, une formule qui constitue la généralisation de celle de l'élément d'aire en coordonnées cartésiennes.

6 et 7. M. *N. Podtiaguine* compare la croissance d'une fonction $y(x)$ à celle de x, et il utilise à cet effet les concepts qu'il a introduits récemment. La croissance de y sera régulière si l'ordre de grandeur de y par rapport à x est h (>0) ou $\omega^n\ k$ ou $k\ \omega_n$; une telle fonction est aussi régulière au sens de M. Borel; elle vérifie en outre l'inégalité de M. Varopoulos pour x assez grand.

Analyse. 1. M. *Emile Picard* étudie l'équilibre calorifique d'une surface fermée rayonnant au dehors. Si la surface a p trous, il y a intérêt à introduire les fonctions fuchsiennes dans l'équation aux dérivées partielles du problème. Dans le cas de $p=1$, et pour une équation à coefficient constant on peut trouver les valeurs singulières du paramètre de Fredholm.

2. Soit α une suite de nombres bornés admettant $\alpha(x)$ pour fonction de répartition au sens de M. *I. Ramanata*; cet auteur envisage la suite $\varphi(\alpha\nu)$, $\varphi(x)$ étant intégrable au sens de Riemann-Stieltjes et il en cherche la fonction de répartition.

3. MM. *R. Wavre* et *A. Bruttin* démontrent d'une manière très simple la proposition suivante : si une transformation univoque et continue rejette la circonférence sur le cercle, il existe au moins un point invariant sur le cercle.

4. M. *J. Delsarte* étudie les noyaux *de rotation*, K; ils sont tels que la relation

$$\psi(x) = \psi(x) + \int_a^b K(x, y)\,\psi(y)\,dy$$

entraîne

$$\varphi(x) = \psi(x) + \int_a^b K(y, x)\,\psi(y)\,dy$$

Leur composition donne de nouveaux noyaux de rotation.

5. Soit (F) une famille fermée de fonctions $f(x)$ holomorphes dans un cercle (C), aucune n'étant constante; M. *Paul Montel* envisage une suite infinie d'anneaux concentriques, d'épaisseurs positives ou nulles, de diamètres tendant vers zéro. Il a pu démontrer l'existence d'un entier m tel que la région du plan couverte par les points $f(z)$ contienne au moins l'un des m premiers anneaux de la suite : ce théorème lui fournit comme corollaires des propositions dues à MM. Kœbe, Landau, H. Bohr, Valiron.

6. En procédant par récurrence, M. *Maurice Janet* établit la possibilité de plonger un espace riemannien à n dimensions dans un continu euclidien à $n(n+1) : 2$ dimensions, résultat qu'on avait admis sans démonstration jusqu'ici.

7. M. *Léon Pomey* utilise les équations aux dérivées partielles à une infinité de variables pour intégrer des équations aux dérivées partielles ordinaires à une infinité de variables. Il démontre à ce sujet un théorème d'existence et un théorème d'unicité.

8. Appliquant ses résultats sur le problème de Riemann, M. *René Garnier* résout le problème de Plateau pour un polygone gauche. La méthode procède par récurrence d'un polygone P_n (à $n+3$ côtés) au polygone P_{n+1} qui a d'abord un côté infiniment petit. L'Auteur montre que d'après la condition de Jacobi-Schwarz aucune difficulté algébrique ne peut arrêter le prolongement de la solution ainsi obtenue.

9. M. *V. Smirnoff* reprend un théorème de *Liapounoff* sur la convergence d'une série de polynomes, $\Sigma P_n \alpha_n$ où les P_n sont de degrés $\leqslant n$ et uniformément bornés quel que soit x ($|x| < 1$) L'Auteur suppose que x appartient à un ensemble fermé, dont les complémentaires sont simplement connexes.

10. M. *André Roussel* applique la méthode qu'il a indiquée récemment à la recherche de conditions suffisantes pour l'extremum d'une intégrale double d'une fonction de x, y, z, p, q, r, s, t; sa méthode fait intervenir par deux fois la substitution à une figurative convexe de l'un

des plans tangents; elle ramène notamment à l'équation d'Euler.

Groupes de transformations. M. *Potron* présente une démonstration nouvelle des trois théorèmes fondamentaux de la théorie des groupes continus finis.

Géométrie. Généralisant le théorème de Phragmen-Breuwer, M. *Paul Alexandroff* montre que si deux ensembles fermés pris séparément, ne décomposent pas l'espace E_n, leur somme ne décomposera pas non plus E_n, (pourvu que sa dimension n'excède pas n-3); de plus, la frontière commune de deux domaines connexes de E_n est une multiplicité cantorienne à n-1 dimensions.

Géométrie infinitésimale 1. En s'appuyant sur le calcul extérieur de M. Cartan ou sur des considérations géométriques, M. *Paul Mentré* établit une série de théorèmes sur les complexes variables et leurs caractéristiques. Ainsi, on peut associer, avec réciprocité, à tout complexe possédant deux foyers inflexionnels doubles un autre complexe de même catégorie.

2. M. Goursat a étudié les congruences rectilignes de tangentes à une surface, de paramètres directeurs $x'u + \alpha x'v$, $xu + \beta x'v$, α et β ne dépendant que de u et v, et montré leur intérêt dans l'étude de l'équation de la déformation et de la résolvante de Weingarten. M. *Bertrand Gambier* étudie diverses propriétés des congruences précédentes, et, notamment leur réciprocité. M. *Goursat* annonce à ce propos qu'il a obtenu déjà ces résultats dans un Mémoire encore inédit.

3. M. *G. Vranceanu* interprète géométriquement les liaisons non holonomes; il les exprime sous une forme canonique qu'il rattache à la notion de déplacement parallèle, au sens de Levi-Civita.

4. Dans une Note récente, M. Myller a indiqué une formule pour laquelle M. *Enea Bortolotti* revendique la priorité. A ce propos, il montre comment on peut généraliser la notion de directions conjuguées pour une V_2 plongée dans un V_n quelconque.

Mécanique. Thiring a étudié le champ de gravitation dans une sphère creuse, au point de vue relativiste. Mais les expresssions adoptées par cet Auteur pour représenter les forces du problème paraissent incomplètes à M. *Jean Chazy;* s'appuyant sur des formules de Droste, il montre que les résultats de Thiring subsistent, sinon en grandeur, mais du moins en sens.

Mécanique céleste. M. *A. Véronnet* présente au sujet de la rotation d'une masse hétérogène soumise à la loi de Newton une série d'intéressants résultats; bornons-nous aux suivants. Une masse hétérogène ne peut suivre que l'évolution des ellipsoïdes de révolution; si la rotation est d'un seul bloc, elle peut donner naissance à de nouveaux corps célestes par fractionnement; mais pour cela il faut supposer une vitesse de rotation si grande, que, pratiquement aucun astre n'a pu se former ainsi. Les anneaux de Saturne, notamment, doivent provenir d'un satellite ou d'un astre capté.

2. M. *H. Andoyer* expose sous une forme nouvelle et très simple la méthode de Delaunay; il prend la fonction caractéristique H sous la forme $P + Qe^{\varphi} + H'$ et introduit un opérateur différentiel qui simplifie l'algorithme de calcul; puis il tient compte du terme $Qe^{-\varphi}$ qui figure dans H' en l'exprimant à l'aide des nouvelles variables.

Hydrodynamique. 1 et 2. M. *R. Mazet* considère un liquide qui s'écoule sous l'action de la pesanteur, par un orifice pratiqué au fond d'un vase dont les parois latérales sont très éloignées. Si les vitesses dérivent d'un potentiel harmonique, on peut former, d'après une méthode de Mlle Freda, une équation de condition que doit vérifier le potentiel pour qu'il y ait écoulement par jet. Si l'on ouvre l'orifice dans un temps très court, il y a percussion de pression à l'orifice, et l'on peut établir, sous certaines conditions, qu'il y a écoulement par jet pendant l'ouverture.

Physique mathématique. 1. A l'aide de la théorie cinétique M. *S. Drzewiecki* montre que la pression exercée par un gaz sur l'élément de surface d'un solide immergé est représentée par la même formule que le moment d'inertie d'une sphère. L'Auteur en déduit un procédé dynamique pour retrouver la formule barométrique de Laplace.

2 et 4. Se plaçant au point de vue de la théorie de la relativité, M. *Robert Lévi*, condense les lois de l'électromagnétisme dans une formule générale, du type de la loi de Coulomb; puis la simplifie de manière à expliquer les faits qui relèvent de la théorie des quanta ou de l'électronique. Il est amené ainsi à supposer que la matière est composée uniquement d'éléments sans volume, dont les trajectoires sont des lignes brisées. La théorie explique que les protons puissent voisiner sans s'influencer; elle permet de déterminer le mouvement des constituants d'un atome d'hydrogène, et d'étudier les battements provenant d'un changement d'état de l'atome.

3. Supposant que le raccourcissement des échelles de longueur et le ralentissement des horloges ne dépendent que de l'intensité de l'énergie mise en jeu, M. *Sauger* obtient pour le potentiel d'attraction, (au sens de la théorie de la relativité), une expression de la forme $\frac{GM}{r}\left(1 + \frac{GM}{2rc^2} + \ldots\right)$, qui fournit un terme correctif en $1 : r$ grâce auquel on pourrait expliquer le mouvement du périhélie. De plus, on pourrait prévoir, par cette voie, que la déviation d'un rayon lumineux atteindrait le double de sa valeur newtonienne.

René Garnier.

Astronomie

La nébulosité générale du ciel. — Les anciens n'ont pas connu dans le ciel d'autre nébuleuse que la Voie Lactée qui, comme on l'a très vite reconnu, est constituée par une agglomération d'étoiles. Cependant, l'emploi des télescopes révéla l'existence de nébuleuses non résolubles. Huyghens découvrit la nébuleuse d'Orion, Simon Marius celle d'Andromède. Un siècle après, les découvertes se multiplièrent grâce à Herschel, mais sans que celui-ci soumît les nébuleuses à une étude particulière.

Jusqu'à ces toutes dernières années, le nombre des nébuleuses résolubles était considéré comme assez restreint. On croyait qu'elles formaient dans le ciel quelques ilôts épars sans ordre apparent. En réalité, s'il y a phénomène sporadique, c'est celui des points où le ciel est totalement dégagé de matière.

Ces résultats ont été obtenus grâce aux recherches de M. Hagen, astronome du Vatican, que M. Vincenzo Cerulli expose dans *Scientia* (1-IX-1926). Pour y parvenir, M. Hagen a dû tout d'abord accroître sa sensibilité visuelle grâce à une méthode spéciale d'examen. Il constata qu'on aperçoit beaucoup mieux les faibles inégalités d'éclat lors qu'on balance rapidement le télescope. C'est une application du principe bien connu des physiologistes que la succession rapide de sensations peu différentes contribue à leur différentiation.

C'est en dehors de la Voie Lactée que M. Hagen a rencontré le voile continu.

Dès les premières nuits d'observation, il s'aperçut que

certaines nébuleuses du Catalogue de Dreyer occupaient une aire beaucoup plus grande que la description sommaire donnée par le Catalogue ne le laisserait supposer.

De ces observations se dégagent les conclusions suivantes :

1. Les nébuleuses sont les bords lumineux de nuées obscures. Il semble que la luminosité des nébuleuses ordinaires soit due à la réflexion de la lumière des étoiles par les nuées cosmiques obscures.

2. Entre les nuées, il n'existe pas d'interruptions comparables en importance aux nuées elles-mêmes. Si une nuée possède quelques nébuleuses sur le bord, le long de ce bord le vrai fond du ciel, le fond « serein » du ciel, apparaît, mais peu après un autre nuage reprend subitement, et le voile recommence.

3. Dans la Voie Lactée on n'observe pas de voile général, mais de petits voiles comparables à nos cirrus les plus ténus.

Hagen a acquis une telle virtuosité dans l'observation oculaire qu'il a pu se faire une échelle mnémonique des degrés de *densité* des nuées obscures. La *Carte de la nébulosité générale du ciel*, qu'il a commencé à dresser il y a 10 ans, donne, pour tout point du ciel, son degré correspondant de voile. Il y a 5 degrés et 5 teintes différentes leur correspondant sur la carte.

Le point principal de la découverte, c'est-à-dire le fait qu'en dehors de la Voie Lactée le ciel est nébuleux, suggère immédiatement l'idée qu'il y a une corrélation entre les nuées et les étoiles. Là où abondent les nuées, les étoiles manquent. Là où, au contraire, les étoiles sont innombrables, il y a disette de matière diffuse. Très probablement donc, les étoiles ont leur origine dans cette matière et la découverte d'Hagen résout un des principaux problèmes cosmogoniques.

Il serait intéressant de pouvoir contrôler ces résultats photographiquement. Malheureusement, il semble que la technique photographique ne soit pas encore suffisamment sensible pour permettre d'étudier ces phénomènes très délicats. Des recherches sont activement poursuivies dans ce sens dans divers laboratoires. A. Bc.

T. S. F.

L'effet de la lune sur les réceptions radioélectriques. — On sait très bien que la force d'un signal, dans une transmission à longue distance, varie, bien que l'émetteur soit stable et que les conditions restent rigoureusement les mêmes à l'émision et à la réception. Par exemple, une station sera reçue d'une façon tout à fait satisfaisante pendant une période assez longue, quelques semaines par exemple et puis pour une raison inconnue, les signaux émis par cette station deviennent, presque ou même totalement inaudibles sur le même récepteur; ceci peut durer quelques jours et puis, sans raison apparente, l'intensité de réception redevient normale. Cet effet n'a rien à voir avec le phénomène bien connu de l'augmentation de l'intensité des signaux qui se produit pendant la nuit et que l'on attribue aux effets de la couche d'Heaviside.

Un amateur anglais, M. Derek Shammon (5PX) avait remarqué que de temps en temps, en écoutant des transmissions faites par des stations éloignées, durant des nuits à beau clair de lune, les résultats semblaient bien meilleurs surtout sur des transmissions américaines ou provenant de stations très éloignées. Il se demanda si le clair de lune avait réellement quelque chose à faire dans cette histoire; il nota les nuits où il recevait bien et les nuits où les réceptions étaient moins bonnes et après un certain temps, il eut la quasi-certitude que les bonnes réceptions avaient toujours lieu pendant la pleine lune, même quand la lune était localement invisible par suite de nuages ou de mauvais temps. Donc l'augmentation de l'intensité des signaux n'étaient pas dûe au clair de lune, mais bien à la rotation de la lune autour de la terre.

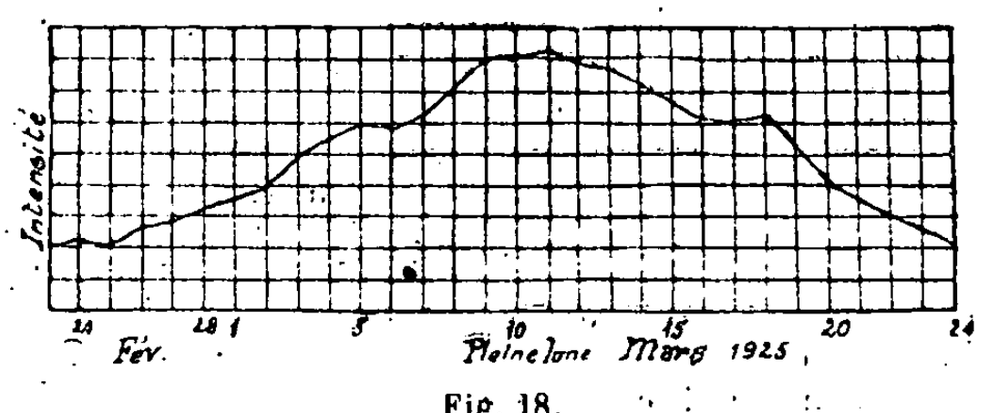


Fig. 18.

Nous ne décrirons pas l'appareil utilisé dans les essais, car nous serions entraînés trop loin. Disons seulement que toutes les précautions furent prises pour que l'émission et la réception se comportent d'une façon identique pendant toute la durée des expériences. Pour donner une idée des résultats nous reproduisons dans la figure 18 un graphique représentatif des résultats obtenus dans une partie des essais. On y retrouve naturellement quelques petites variations secondaires inhérentes à ce genre d'expériences. L'expérimentateur ne donne pas la cause des phénomènes observés; il croit cependant qu'ils sont dûs aux effets combinés de la rotation du soleil et de la lune.

Nous ne pouvons passer sous silence les observations faites sur le même sujet par M. Vincent, de Bruxelles et dont on trouvera le détail dans l'*Onde Electrique*, octobre 1926. En examinant les diagrammes, publiés régulièrement dans cette dernière revue, donnant l'intensité du champ produit à Meudon par la station Lafayette, on est frappé du fait suivant : *Tous* les maxima qu'on y relève se produisent pendant les quelques jours qui suivent immédiatement la nouvelle lune, le premier quartier, la pleine lune et le dernier quartier. Aucun d'entre eux ne se produit les deux ou trois jours qui précèdent ces dates. M. Vincent ne discute pas les différentes hypothèses que l'on pourrait émettre pour expliquer les phénomènes ainsi mis en évidence mais il lui semble urgent d'attirer l'attention sur une coïncidence qui ne semble pas fortuite et d'indiquer ainsi la nécessité de rassembler un faisceau de données électriques, géophysiques et astronomiques permettant d'effectuer une étude plus complète de la question. P. Abadie.

Médecine

L'acrodynie de l'enfance. — Depuis quelques années on observe chez les jeunes enfants une maladie du système nerveux végétatif dont les symptômes, d'après Feer (de Zurich) consistent essentiellement dans des troubles de l'état général, une hypersécrétion sudorale avec éruption miliaire et desquamation, dans de la cyanose des extrémités qui sont froides et humides, de l'hypotonie de la musculature et dans une accélération marquée du pouls, avec hypertension. En même temps que l'exagération de la sécrétion sudorale, on constate que les mains et les pieds des malades présentent une rougeur intense qui persiste pendant des semaines. Cette affection dure, en général, plusieurs mois et, le plus souvent, guérit sans laisser de trace.

Selter (de Solingen) avait proposé en 1903 de la nom-

mer *trophodermatoneurose*, mais depuis qu'elle est plus fréquente on s'est aperçu qu'elle correspond à une maladie décrite autrefois sous le nom d'acrodynie; c'est ce terme qui est généralement adopté maintenant, malgré qu'il ne soit pas parfait puisqu'il vient de αχρος, extrémité, οδυνη douleur, et que dans la forme actuelle de la maladie les douleurs ne jouent pas un rôle prépondérant.

MM. Péhu et Ardisson, qui viennent de publier une étude de l'acrodynie à laquelle nous empruntons les éléments de cette note, admettent que « très vraisemblablement, il s'agit d'une maladie infectieuse, peut-être dans une faible mesure contagieuse, en relations étroites avec la névraxite épidémique, la localisation étant cependant différente ». Ils pensent que cette localisation s'effectue au niveau du sympathique. (*Paris Médical*, 6 novembre 1926).

Ces mêmes auteurs ont trouvé dans le Dictionnaire de E. Littré et Ch. Robin une définition qui répond à leur conception de l'acrodynie puisqu'elle débute par ces mots : « C'est une affection épidémique qui a régné à Paris en 1828 et 1829... » et que les symptômes indiqués coincident avec ceux qui sont actuellement observés, à cette différence près, cependant, que jadis les enfants étaient bien moins souvent atteints que les vieillards et les adultes.

Quoi qu'il en soit l'acrodynie mérite d'être étudiée avec soin non seulement parce que c'est une maladie frappant spécialement le système nerveux végétatif, mais aussi en raison de sa contagiosité et des relations incontestables qu'elle possède avec la forme périphérique de la névraxite épidémique.

A. B.

Economie politique

L'exploration scientifique de l'Empire Britannique. — La Conférence Impériale de l'Empire britannique ne s'est pas bornée à régler le statut politique des différents Dominions. Une de ses entreprises les plus mémorables aura été d'organiser l'exploration scientifique de l'Empire. Lord Balfour dans son introduction au rapport du Sous-Comité des Recherches créé par la Conférence proclame que pour tirer parti des ressources infinies que possède l'Empire, il est indispensable d'appeler la Science à l'aide.

« L'Empire est composé d'Etats et de territoires de capacités économiques très variées, possédant tous les types de climats et de sols, toutes les espèces du monde minéral, souffrant de maladies spéciales que la Science seule pourra vaincre, jouissant d'avantages uniques que la Science seule peut développer. Il possède des chercheurs distingués dans toutes les branches de recherches. Mais, quoi qu'il ait tout à gagner de la coopération scientifique la plus entière, nous ne pouvons pas nous flatter que cette coopération ait été jusqu'à présent réalisée. »

Le rapport de Lord Balfour propose de multiplier les Bureaux Impériaux de recherches. Ceux qui existent pour l'entomologie, la mycologie, la médecine tropicale ont beaucoup facilité les échanges des résultats obtenus dans les différentes parties de l'Empire. La Conférence forestière qui se tiendra en Australie et en Nouvelle Zealand en 1928 et l' « Imperial Agricultural Research conference » organisée pour 1927 décideront si l'on doit former des Bureaux impériaux pour ces champs d'études. Le siège des divers bureaux que l'on se propose de créer, ne sera pas forcément en Grande-Bretagne. Le Bureau de la Science Vétérinaire aurait son centre dans l'Afrique du Sud, où les maladies à combattre sont plus variées que partout ailleurs. Le Bureau des recherches sur l'Agriculture serait à la Jamaïque où l'on peut espérer obtenir pour l'agriculture tropicale les progrès les plus avantageux.

Le Rapport s'occupe particulièrement du recrutement du personnel pour les divers services scientifiques de l'Empire. « Il paraît manifeste au sous-comité qu'il y a une insuffisance de candidats de valeur ». Cette insuffisance est attribuée « à l'appréciation inadéquate de l'importance et de la valeur de la recherche scientifique de la part du Public, de la Presse et même du Gouvernement, à l'incertitude où sont les jeunes gens qui s'embarquent dans les études universitaires, sur la rénumération, l'intérêt et la continuité des emplois qui leur seront offerts quand ils auront achevé leurs études ». Le meilleur remède est « d'offrir un salaire convenable, un statut satisfaisant et des égards en rapport avec l'importance de la fonction. Si l'on veut attirer les meilleurs cerveaux du Pays vers les services scientifiques, ces services doivent occuper un rang au moins égal en importance à ceux des services administratifs ou combattants. On doit les regarder comme une part indispensable de la machine gouvernementale, et non comme un luxe que l'on réduit dans les époques de crise financière. » « L'argent consacré à la recherche scientifique n'est pas une dépense somptuaire, c'est plutôt une condition même de survie, sans laquelle l'Empire ne peut espérer tenir tête à ses compétiteurs dans le domaine économique. »

Tout autant que l'Empire Britannique, la France a besoin que la Science l'aide à sortir des difficultés où elle se débat. Comme en Angleterre et pour les mêmes causes, le recrutement du personnel de nos laboratoires est difficile; les mêmes remèdes seraient efficaces : offrirun salaire convenable, un statut satisfaisant, et des égards en rapport avec l'importance de la fonction.

J. B.

Histoire des Sciences

Le Fenu grec.— M. Fleurent, dans une communication faite à l'Académie des Sciences le 12 avril 1926, signalait les inconvénients que présentait l'emploi de certaines farines obtenues avec des blés provenant de l'Afrique du Nord et renfermant parfois des graines de Fenu grec, plante fourragère dont la culture s'est notablement développée depuis la guerre. « Le Fenu grec, disait M. Fleurent, donne au pain une odeur repoussante et, en même temps, une saveur amère et âpre extrêmement désagréable. » L'odeur est due à la présence dans la graine d'une matière grasse (9,45 à 9,85 p. 100), et l'amertume à la présence d'une résine (13,50 p. 100) d'après les analyses de l'auteur.

Le Fenu grec (*Trigonella Fœnum-græcum*, L.) est une Légumineuse dont le pays d'origine est encore incertain, Il croît spontanément dans l'Inde, où il est employé depuis une antiquité très reculée, en Egypte, en Perse et en Asie Mineure. Les Grecs et les Latins le cultivaient couramment comme fourrage de printemps; ils utilisaient les graines dans la préparation de certains médicaments.

Le Fenu grec est encore cultivé dans l'Inde, en Orient et dans l'Afrique du Nord.

Son emploi en thérapeutique est aujourd'hui très limité : la farine est utilisée sous forme de cataplasmes résolutifs; il sert également à préparer une huile médicinale. Mais le Fenu grec semble avoir tenu une place importante dans la médecine grecque.

Dans la traduction française des *Commentaires des six livres de Dioscoride*, de Matthiole, traduction faite par Jean de Moulins en 1572, le Fenu grec est désigné sous le

nom de *Senegré* qui était celui en usage en France, au XVI^e^ siècle (1).

« La farine de Senegré, dit Dioscoride, a vertu de ramollir et de résoudre, cuite en eau miellée sert aux inflammations tant du dedans que du dehors : broyée avec vinaigre et nitre déminue la ratelle. Le jus de la décoction est bon aux maladies des femmes, s'asseyant sur icelle, tant par perclusion que pour tumeurs des lieux secrets. Le jus de Senegré, cuit en eau, bien espreint, nettoie les cheveux, les peaux mortes de la tête et les tignons : appliqué en forme de pessaire avec graisse d'oie, élargit et ramollit les lieux secrets des femmes. Le Senegré vert appliqué avec vinaigre est bon aux débilités et ulcères de la matrice. Sa décoction est bonne au mal de ventre qui donne toujours envie d'aller à la selle, sans y rien faire et aux plus puants de la dysenterie. L'huile qu'on en tire, et du meurte nettoie les cheveux et modifie les cicatrices des génitoires. »

Matthiole ajoute que « la farine de Senegré avec soufre et nitre efface les lentilles. Incorporé en vinaigre avec la quarte partie de la graine de nasitort guérit la rongne ulcérée, si on l'en frotte souvent. Cuite en eau miellée avec graisse de porc, soulage grandement les enflures des parties honteuses : elle est bonne aussi aux oreillons, aux gouttes des mains, des pieds, aux douleurs des jointures : pétrie avec du vin modifie les chancres. La décoction de Senegré est fort bonne à boire à ceux qui ont la toux de long temps et la poitrine ulcérée. Des linges mouillés dans cette même décoction et appliqués au front divertissent les défluxions qui tombent sur les yeux. Galien en fait mention au livre 8 des simples disant ainsi : le Sénegré est chaud au second degré et sec au premier, pour ce il irrite et accroît la malice des apostèmes ardentes, et guérit par voie de résolution, celles qui sont moins chaudes et plus dures. »

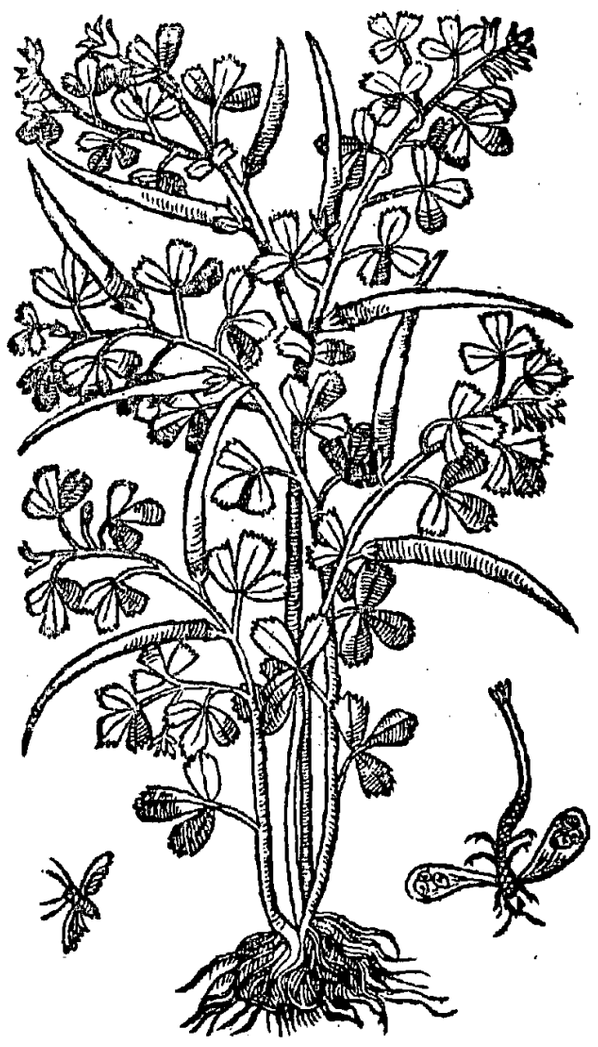


Fig. 19. — Le Fenu grec (d'après Matthiole).

(1) Les six livres de Dioscoride ont été traduits en latin par Pierre André Matthiole, médecin et botaniste à Sienne où il naquit le 23 mars 1500. Cette traduction eut trois éditions qui parurent en 1558, 1565 et 1569. C'est cette dernière édition qui fut traduite en français en 1572, par Jean des Moulins.

Matthiole, dans sa traduction, dont la 3^e^ est la plus complète, a ajouté tout ce qu'a dit Galien relativement aux usages médicaux des plantes et des animaux.

Dioscoride et Galien, médecins grecs, vivaient au 1^er^ siècle de notre ère.

Le nasitort, dont il est question plus haut était particulièrement employé contre la sciatique. C'est le Cresson alénois (*Lepidium sativum*, L.) qui, quoique très anciennement utilisé (1) parait avoir été peu connu de Matthiole qui en donne une description d'après Damocrate qui n'écrivait qu'en vers :

Cett'herbe croît par les masures,
Parmi les vieilles sépultures,
Et par publics chemins jadis,
Où la charrue n'aurait depuis
Plusieurs saisons la terre ouverte.
Toujours vous la trouverez verte,
De sa feuille ressembler fort
A celle du chaud nasitort,
Hormis qu'elle l'a plus grandette.
Sa fleur au printemps elle jette :
Sa tige croît d'une coudée
Peu plus, peu moins environnée
De force feuilles qui demeurent
Jusqu'à ce que par grand froid meurent,
D'autres, la racine maintient
En été sa tige soutient
Minces fleurs de mainte couleur,
Egales au lait en blancheur,
D'où sort une graine menue
Si fort qu'elle abuse la vue.
La racine a l'odeur très forte,
Le nasitort de même sorte,

Heureux temps où la Science s'enseiganit en vers iambiques.

L. FRANCHET.

(1) Le Cresson alénois était connu des Grecs et des Latins. En France, on le criait déjà dans les rues de Paris au XIII^e^ siècle :

Vey ci bon cresson orlenois (a).

On vendait aussi, au XVI^e^ siècle, du cresson de fontaine et du cresson *calier* (?) :

Pour des gens desgoutez non malades
J'ay de beau cresson de calier
Pour un peu leur cueur escallier
Il n'est rien meilleur pour salade (b).

(a) G. DE LA VILLE NEUVE. Les crieries de Paris.
(b) A. TRUQUET. Les cent et sept cris.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Mines

Les probabilités de l'exploitation industrielle du sulfate de soude dans la baie de Karabugas. — La baie de Karabugas à l'extrémité occidentale de la mer Caspienne est connue par sa barre; elle est, en effet, reliée avec la mer Caspienne par un canal étroit d'environ 5 1/2 km. de longueur, une barre disposée dans ce canal la sépare de la mer. Cette baie de Karabugas, d'environ 25.000 km² s'enfonce dans la steppe transcaspienne et se trouve soumise à une évaporation intense, à tel point que son niveau est toujours inférieur à celui de la mer Caspienne. Il se produit ainsi constamment un afflux d'eau salée de la mer Caspienne dans la baie de Karabugas. Depuis longtemps, la concentration de ses eaux est tellement forte, qu'elles précipitent des sels, dont les masses de sels représentent des approvisionnements énormes de sufate de soude. Ce sel se précipite de novembre à avril quand la température de l'eau mère tombe juqu'à 5°C. On estime cette quantité de sel qu'on peut exploiter à environ 6 milliards de tonnes.

Avant la guerre, on ne pensait nullement à exploiter ces importantes réserves. Ce n'est que ces dernières années qu'on a commencé leur exploitation, en faisant ce travail à la pelle. Ce sel a une pureté satisfaisant à toutes les exigences, il contient, en effet, de 98 à 99 p. c. de sulfate de soude. Mais comme il contient jusqu'à 56 p. c. d'eau, il faut l'éliminer avant de songer à le transporter au loin. On a déjà imaginé plusieurs procédés, mais le le problème du transport présente cependant encore de sérieuses difficultés, car l'industrie employant ce sel est loin du centre de la Russie et on ne peut y arriver qu'en passant par la mer Caspienne et la Volga. (*Kali*, 15-6-26).

E. P.

Électricité

Economies réalisées par le chauffage préalable. — L'Industrial Steel Casting C° à Toledo, Ohio, applique dans ses services plusieurs procédés qu'elle trouve avantageux, ce sont : la récupération du sable de moulage, l'emploi de l'électricité pour opérer le recuit de ses moulages d'acier, le chauffage préliminaire des riblons avant de les charger au four électrique et le séchage électrique des moules. Les dernières installations comprennent un four électrique pour recuire et un autre four à pétrole réglé automatiquement. Cette Société fabrique des moulages en acier au carbone et en aciers spéciaux.

Le four électrique à recuire est du type à sole mobile. Il comprend trois compartiments, un premier pour opérer le chauffage préalable, un second pour chauffer et un troisième pour opérer le refroidissement.

Les soles mobiles ont une surface de charge de 1,50 × 2,70 m. et ont une capacité de 5 tonnes. On actionne les chariots dans le four au moyen d'une chaîne mue électriquement.

On emploie 4 chariots dans le cycle des opérations, un dans chaque compartimeni et un quatrième à l'extérieur où on opère le chargement et le déchargement.

Le four prend en tout 190 kw. avec du courant à 440 volts. La température dans le premier compartiment est de 330° à 380° et la température de recuit dans le second compartiment varie de 860° à 910°.

On règle la température au moyen d'un potentiomètre régulateur et enregistreur placé dans une pièce à côté du four. Il y a un thermocouple dans la voûte du compartiment de chauffage relié au tableau du réglage automatique. Il s'en trouve un autre sur chaque chariot pour indiquer quand les moulages de dessous sont suffisamment chauds.

Le four à recuire au pétrole est à compartiment unique. Ce compartiment mesure 3,60 sur 1,80 mètres et sa capacité est de 10 tonnes. On règle automatiquement les quantités de pétrole et d'air admises dans le brûleur. Le réglage de la température se fait avec une approximation de 10°. Sitôt que la température dépasse le maximum, les livraisons d'air et de pétrole se trouvent automatiquement restreintes mais non complètement arrêtées. Quand elle s'abaisse en dessous du minimum, la livraison normale d'air et de pétrole se trouve automatiquement rétablie. On charge le four à pétrole une fois toutes les 24 heures.

Chauffage du riblon avant sa fusion. — Le four de fusion est un four électrique Snyder de deux tonnes avec une voûte basculante. Au lieu de charger le riblon froid dans le four, on le chauffe dans une cage revêtue de briques de 3 1/2 tonnes de capacité. On place cette cage vide dans un puits de 2,40 de profondeur de 1 m. 80 de diamètre; on dispose alors un tuyau de 300 mm. de diamètre dans le centre de la cage pour en opérer le chargement; au moyen d'un brûleur à pétrole, on en chauffe en 75 minutes la charge à 800°.

La charge ainsi chauffée est fondue en une heure 45 minutes au four. Le chauffage préalable de la charge économise du courant et on a constaté une augmentation de 50 p. 100 dans la capacité du four; sa production normale qui était de 13 à 14 tonnes par jour quand on chargeait à froid, est actuellement de 20 tonnes et plus. La voûte du four n'a besoin d'être réparée qu'une fois par an.

Séchage des poches à main. — Parmi les nouveautés de la fonderie, il faut noter les facilités récemment apportées dans le séchage des poches à main. L'appareil de dessiccation est en tôle avec revêtement de briques, il a 3,6 m. de diamètre avec une hauteur d'environ 750 mm. Il est chauffé par des brûleurs à pétrole. On sèche non seulement les poches mais les chauffe aussi en 15 ou 20 minutes de 875° à 1.000° C.

Séchage électrique des moules. — Le four à sécher les moules est du type à porte en coulisse. Il consomme 45 kw. avec du courant à 440 volts. Le four est réglé par des régulateurs électriques. On met le four à une température de 210° C. et il est automatiquement réglé avec une approximation de 5° en plus ou en moins. Avec ce four on a constaté que la fonderie pouvait employer un mélange moins cher et fabriquer de meilleurs moules qu'avec les fours chauffés avec du combustible, car avec ce réglage, on n'a jamais de moules brûlés.

Economies de sable par la récupération. — On a réalisé une économie journalière de 3 à 4 tonnes de sable de moulage en récupérant ce sable. Cette économie est de 33 p. c. dans le tonnage de sable frais employé. La fonderie consomme par jour 20 tonnes de sable de moulage et avant la récupération du sable, on dépensait environ 50 p. c. de sable frais, actuellement cette consommation est ramenée à 6 ou 7 tonnes.

On verse le sable brûlé qu'on veut récupérer sur une grille qui le laisse tomber dans une trémie enterrée. De

cette trémie, on amène le sable par un courant d'air comprimé dans une conduite élévatrice et il arrive ainsi dans un séparateur disposé dans la fonderie. Ce séparateur rassemble le sable brut et le verse dans un réservoir à côté d'un malaxeur. Le sable récupéré est mélangé au sable frais puis revient au moulage.

Un des grands avantages de ce sable récupéré, serait son uniformité pour les parements. Les mouleurs savent immédiatement quel sable ils ont. Le sable a un grain bien uniforme et de cette uniformité du sable résulte une meilleure qualité des moulages. Outre les économies de sable, il y a encore une économie dans la main-d'œuvre car il y a moins de sable rebuté à transporter au crassier. (*Iron Age*, 16-9-1926). E. P.

Métallurgie

Action de la pureté de l'oxygène sur la coupe à l'oxy-acétylène. — Il y a trois ans la British Oxygen C° avait exécuté des essais de coupe sur des tôles de 50 m/m. avec de l'oxygène à 98,5 et à 99 o/o, elle constata que même cette faible terreur en impuretés donnait une différence très appréciable dans la coupe. Des expériences faites plus récemment confirment ces conclusions. L'Air réduction C°, a fait notamment en Amérique une série d'essais sur cette question.

Elle employait de l'oxygène de 97,5 à 99,5 o/o dont la teneur augmentait graduellement de 0,25 o/o ; elle fit ainsi une série d'essais à pression variable sur une grande variété de tôles. On constata qu'il fallait augmenter la pression quand la pureté de l'oxygène diminuait; il fallait aussi plus de temps pour faire le même travail. La coupe était moins franche et moins vive avec l'oxygène moins pur. C'est surtout l'argon que contient l'oxygène extrait de l'air par liquéfaction, l'oxygène à 98 o/o ne renferme plus d'azote, même à 95 o/o il n'en renferme que des traces. Avec l'oxygène produit par électrolyse, c'est l'hydrogène qui joue surtout le rôle d'impureté et il reste à l'état gazeux soit sous la forme de combinaison avec l'oxygène à l'état de vapeur d'eau. Que l'impureté soit constituée par de l'argon ou par de l'hydrogène, son action de dilution est toujours la même. C'est par suite de cette action de dilution que de faibles pourcentages d'impuretés dans l'oxygène qui passeraient inaperçues à la soudure à l'oxy-acétylène sont franchement désavantageuses à la coupe.

Iron and Coal Trades Review, 23-4-26.

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 20 décembre 1926.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *E. Goursat.* — **Sur quelques équations aux dérivées partielles.**

— *René Garnier.* — **Sur certaines équations différentielles linéaires et le problème de Plateau.**

— *E. Vessiot* (prés. par M. Hadamart). — **Sur les systèmes d'équations et les transformations continues.**

— *Lainé* (prés. par M. Goursat). — **Sur une équation de la forme $s = p\,\varphi\,(x, y, z, q)$ intégrable par la méthode de Darboux.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Georges Valison* (prés. par M. Emile Borel), — **Sur les valeurs des fonctions holomorphes dans un cercle.**

STATISTIQUE MATHÉMATIQUE. — *Octave Onicescu* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur l'ajustage d'un ensemble de valeurs.**

GÉOMÉTRIE. — *Beniamino Segre* (prés. par M. Emile Borel). — **Généralisation de la transformation de Laplace.**

MOTEURS A EXPLOSION. — *Paul Dumanois* (prés. par M. Rateau). — **Au sujet de l'emploi dans les moteurs à explosion de carburants peu inflammables.**

On peut utiliser le produit d'origine pétrolifère, vendu dans le commerce sous le nom de White Spirit, distillant entre 130° et 180°, n'émettant pas de vapeurs inflammables au-dessous de 30° et présentant à ce dernier point de vue, une grande sécurité. M. Ferrier a établi antérieurement les conditions d'emploi des carburants de cet ordre : le liquide préalablement introduit avec l'air d'alimentation à l'état de brouillard stable doit posséder une tension de vapeur telle qu'en fin de compression adiabatique, compte tenu de l'élévation correspondante de la température, il soit intégralement transformé en vapeur. En second lieu, il convient que ces vapeurs n'aient aucune tendance à se condenser en fin de compression sur les parois de la chambre de combustion. Ces conditions théoriques ne sont pas applicables uniquement aux carburants dérivés du pétrole, mais sont générales.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *P. Salet* (prés. par M. B. Baillaud). — **Sur la constance de la vitesse de la lumière.**

L'auteur démontre qu'on peut calculer effectivement les changements d'intensité qu'une variation de vitesse de la lumière apporterait à l'éclat d'une étoile dont on connait la variation de vitesse radiale et, approximativement, la distance. La méthode qu'il a employée consiste à faire ce calcul pour les étoiles de type d'Algal qui ont une variation de vitesse radiale certaine sans changement d'intensité (en dehors des éclipses). On peut ainsi trouver une limite supérieure de l'effort que pourrait avoir le mouvement de translation d'une source sur la vitesse de la lumière.

— *Maurice Hamy.* — **Sur quelques recherches expérimentales.**

Lors des opérations préparatoires de détermination des longitudes mondiales, l'auteur avait été chargé de l'étude des lunettes méridiennes, relativement à la question des erreurs propres aux instruments. Il a mis en évidence, par des procédés interférentiels nouveaux, des défauts dans les micromètres et a été conduit à modifier, l'entraînement des vismicrométriques, de façon à transformer en un couple, d'axe parallèle à celui de la vis, l'action exercée pour la mettre en mouvement. Mais l'étude la plus considérable qu'il a faite se rapporte à la mesure globale des erreurs provoquées par les irrégularités des tourillons et les flexions de la lunette. Cette Note expose les méthodes employées et leurs applications.

GÉODÉSIE. — *P. Helbronner* (prés. par M. Ch. Lallemand). — **Résultats des opérations de la Chaîne méridienne de Corse et de la jonction de celle-ci avec les îles de l'Archipel toscan.**

Les comparaisons des résultats obtenus avec ceux des précédentes triangulations sont peu nombreuses par suite du peu de positions rigoureusement identifiables. Toutefois, elles confirment, relativement à la triangulation de 1863, les divergences considérables qui avaient été signalées par Hatt lors de ses opérations géodésiques en Corse de 1884 à 1890. Par contre lorsque les centres de cette dernière triangulation ont pu être retrouvés, on a pu constater la remarquable concordance de ses valeurs angulaires, avec celles de M. Helbronner, à défaut des valeurs linéaires de Hatt appuyées sur des bases discordantes ou insuffisamment précises.

PHYSIQUE. — *Th. Vautier.* — **Formes et déformations d'ondes aériennes.**

La méthode interférentielle, antérieurement décrite, appliquée à l'inscription des ondes aériennes produites par divers explosifs (*C. R.*, 179, 1926, p. 256) a permis d'obtenir les formes réelles des ondes près de leur départ, puis après des parcours déterminés. Poursuivant ses recherches l'auteur expose au moyen de figures les variations des ondes de poudre noire, et de coton-poudre, variations que traduit leur effet acoustique. Avec la poudre noire, le bruit fusant de la charge au départ se transforme vers 3 km. en une explosion pareille à celle d'une amorce au départ, puis s'atténue en donnant la même perception acoustique que celle des passages des ondes qui sont brisantes dès leur début. Avec le coton-poudre, l'onde présente certaines différences avec celle de la poudre noire. Ces différences s'effacent à mesure que l'onde se propage et après 7 km. environ les formes d'ondes de poudre et de coton poudre sont analogues et le restent jusqu'au bout.

— *G. Bruhat* et *H. Pauthenier* (prés. par M. A. Cotton) — **Sur la tension superficielle des liquides isolants soumis au champ électrique.**

Les nombreuses expériences poursuivies depuis longtemps pour rechercher si la tension superficielle A des liquides isolants soumis à un champ électrique E était modifiée, ont conduit à cette conclusion qu'elle n'est pas modifiée, ou du moins que la modification relative de A, si elle existe est inférieure à 1/300 ou 1/400 dans les champs les plus élevés que permette le dispositif expérimental. L'auteur démontre par un calcul thermodynamique que la tension superficielle A est indépendante du champ E.

ÉLECTRONIQUE. — *Pierre Bricout* (prés. par M. H. Deslandres). — **Valeur du potentiel à l'intérieur d'un faisceau d'électrons en mouvement.**

Pour exciter la luminescence des gaz, plusieurs expérimentateurs ont employé l'impact d'électrons produits par un filament incandescent se déplaçant dans l'espace compris entre une grille et une plaque portées toutes deux au même potentiel par rapport au filament. Dans cette Note, l'auteur étudie la répartition des potentiels entre les électrodes en tenant compte de la charge spatiale.

ÉLECTRICITÉ. — *G. Colange* (prés. par M. Charpy). — **Sur le mécanisme de l'interrupteur électrolytique.**

Les interrupteurs électrolytiques de Wehnelt et de Simons sont les seuls connus, mais on peut aussi obtenir des interruptions en faisant l'électrolyse d'une solution d'acide sulfurique étendu, dans un tube en U dont la partie horizontale présente une assez grande longueur (15 à 20 cm) et dont le diamètre est de 5 mm. Le liquide s'échauffe, puis au moment de l'ébullition, il se forme une bulle très allongée occupant toute la section du tube; au bout de quelques instants elle diminue de longueur, se décolle partiellement du bas du tube et prend un état d'équilibre qu'elle peut garder plusieurs heures. Le liquide se trouve de ce fait divisé en deux parties complètement séparées par la bulle : en haut de la section du tube elles sont distantes de quelques millimètres, et en bas, de quelques centièmes de millimètres seulement. A cet endroit, sur toute la longueur de la ligne de séparation jaillissent de petites étincelles très nombreuses qui permettent au courant moyen de garder une valeur à peu près constante. Une augmentation de tension rend les étincelles plus fortes.

OPTIQUE ASTRONOMIQUE. — *A. Couder* (prés. par M. Cotton). — **Sur un type nouveau de télescope photographique.**

L'auteur a cherché à réaliser un instrument permettant de photographier des objets célestes étendus et peu lumineux. Parmi les différents télescopes aplanétiques qu'il a examinés, il s'est arrêté à un modèle présentant les caractéristiques suivantes : si l'on prend comme unité de longueur la distance focale équivalente du système étudié, le grand miroir (concave) a un diamètre de 1 : 3 et un rayon de courbure égal à 6,5. Le petit miroir (concave) a pour diamètre 0,163 et pour rayon de courbure, 1,111. Il est placé à la distance 2 du premier. La plaque photographique est située entre les miroirs à la distance 0,385 du second. La surface focale est convexe vers les rayons incidents; sa courbure P est 2.1. Bien que le champ soit courbe, on peut utiliser l'instrument tel quel en exposant à son foyer une pellicule photographique de celluloïd tendue sur une surface d'appui légèrement convexe. Si on emploie des plaques planes, un dispositif auxiliaire est nécessaire pour corriger la courbure du champ.

RADIOACTIVITÉ. — *G. Vaugeois* (prés. par M. d'Arsonval). — **De l'influence de la nature du support sur le dégagement du radon.**

Poursuivant ses recherches sur le dégagement de l'émanation, l'auteur a employé des sels radifères insolubles humidifiés par l'eau glycérinée qui dissout peu l'émanation, et aussi des solutions radifères glycérinées immobilisées par des matières poreuses inertes, telles que le charbon, la silice, etc. Certains de ces composés libèrent, vers 20°, plus de 50 p. 100 de l'émanation accumulée. Ainsi la quantité d'émanation libérée par 24 heures, par rapport à l'émanation accumulée a été de (pour 100) :

Solution radifère immobilisée par du charbon pur	58
Chromate de fer radifère	55
Hydrate de fer radifère	44.5
Carbonate de baryum radifère	22
Hydrate de manganèse radifère	9.4

Ces recherches ont été faites en vue d'applications thérapeutiques.

PHOTOCHIMIE. — *Henri Belliot* (prés. par M. Jean Perrin). — **Inversion photographique par la chaleur.**

Baekland avait observé qu'on maintenait à une température convenable une plaque impressionnée, on pouvait faire disparaître partiellement l'image latente photographique. M. Belliot s'est proposé de répéter pour ce mode d'inversion un certain nombre des expériences qu'il a réalisées avec les radiations rouges et infrarouges. Il a constaté que comme ces radiations, une élévation de température détruit partiellement l'image latente, en restituant partiellement au sel d'argent sa sensibilité, mais elle sensibilise une plaque qui n'a pas été exposée à la lumière. Cette action pourrait être fonction de la température et de la durée du traitement.

CHIMIE PHYSIQUE. — *E. Carrière* et *Ducasse* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Détermination des courbes d'ébullition et de rosée des mélanges d'acide iodhydrique et d'eau sous la pression de 746 m/m de mercure.**

Les points de la courbe d'ébullition ont été déterminés en effectuant préalablement le dosage des mélanges d'acide et d'eau soumis à l'ébullition et par détermination de la température d'ébullition commençante, le thermomètre plongeant dans le liquide.

La détermination des points de la courbe de rosée a été faite en tenant compte des deux cas suivants : 1° Le mélange d'acide iodhydrique et d'eau à distiller renferme plus de 56,7 p. 100 d'acide; 2° le mélange en renferme moins de 56,7 p. 100.

Les résultats obtenus sont exposés dans deux tableaux. En construisant les courbes d'ébullition et de rosée, on

constate qu'elles sont bien tangentes pour la température maximum conformément à la règle de Gibbs-Kowovaloff.

— *Pierre Chevenard* et *Albert Portevin* (prés. par M. Henri Le Chatelier). — **Influence du carbone et du silicium sur la graphitisation des fontes blanches.**

Le carbone est l'un des facteurs les plus importants de la graphitisation. L'auteur a étudié les effets de ce corps et ceux du silicium sur la température de graphitisation spontanée θg. Les résultats obtenus sont résumés par un diagramme. Le réglage de la graphitisation pour un traitement thermique donné s'opère en agissant sur le silicium suivant la teneur en carbone. Outre le carbone et le silicium, d'autres facteurs peuvent intervenir, notamment les faits thermiques antérieurs, les teneurs en manganèse ou en soufre, la composition de l'atmosphère gazeuse, la présence d'amorces de graphite.

— *H. Colin* et *Mlle A. Chaudun* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **La loi d'hydrolyse du saccharose par les acides.**

La quantité $\frac{1}{t}\,\mathrm{Log}\,\frac{a}{a-x}$ (rapport de la vitesse d'hydrolyse au poids du sucre cristallisable présent dans la liqueur) croît avec le temps; le dédoublement du saccharose par les acides étendus n'est donc ni une simple réaction monomoléculaire, ni la résultante de deux réactions dont l'une serait instantanée.

— *J. Cournot* et *Eugène Pérot* (prés. par M. Rateau). — **Cémentation de l'aluminium par le cuivre.**

Il n'y a pas de cémentation sensible au-dessous de 544°, température de l'eutectique $Al^2\,Cu$ solide η; il faut donc passer dans un domaine partiellement liquide pour avoir une pénétration.

La pénétration est sensiblement proportionnelle à l'importance du dépôt électrolytique initial.

Au-dessus de la température de fusion de l'aluminium, entre 660° et 700°, il n'y a pas eu enrichissement de la couche de cémentation, en cuivre, même par un temps de chauffage très court.

CHIMIE MINÉRALE. — *Mlle Suzanne Veil* (prés. par M. G. Urbain). — **L'évolution du sulfure de fer au sein de l'eau.**

Poursuivant ses recherches sur les phénomènes que présentent certains hydroxydes traités par l'eau chaude, l'auteur a cherché si ces phénomènes s'étendent à d'autres substances que les hydroxydes. Elle a étudié, au point de vue magnétique le sulfure ferreux précipité des sels ferriques et ferreux par le sulfure d'ammonium.

Le sulfure préparé à froid (sulfure ordinaire) est d'un magnétisme du même ordre que son oxyde calciné. Il s'oxyde rapidement à l'air. Mais si ce sulfure ordinaire est soumis à un traitement à l'eau chaude, il reste stable, à l'air s'oxyde lentement et son activité chimique est modifiée (l'auteur l'appelle sulfure modifié).

Le sulfure modifié est beaucoup plus magnétique que le sulfure ordinaire, à poids égal de fer.

Un tableau indique les coefficients d'aimantation en valeurs relatives des sulfures modifiés, à partir d'un sel ferrique et d'un sel ferreux.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *B. Bogitch* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **A Propos de la granulation des scories.**

Lors de la trempe dans l'eau des métaux et des scories liquides, il se produit des explosions dont l'auteur, a antérieurement étudié l'origine (*C. R.*, 182, 1926, p. 1221). Il veut aujourd'hui préciser les précautions à prendre pour que l'emploi de l'air comprimé soit toujours efficace : le jet de scories liquide doit tomber au centre de la fosse de granulation, sans qu'il y ait suintement ou également le long des parois, car l'action de l'air comprimé pourrait être insuffisante pour éviter la formation d'une nappe. Certaines scories, très riches en oxydes métalliques, ont une tendance à exploser au moment où elles touchent l'eau. Leur granulation exige les précautions suivantes : 1° au moment de la trempe, et quand cela est réalisable, on doit élever la température du four, afin que la scorie soit bien liquide; 2° On réchauffe l'eau de trempe à 35°-40° afin de faciliter le dégagement de la vapeur à la surface des corps incandescents.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Charles Prévost* (prés. par M. Charles Moureu). — **Sur un cycle fermé de réactions concernant quelques dérivés de l'érythrène.**

Partant de l'érythrite inactive, l'auteur a réalisé une série de réactions, dont trois sont nouvelles. Il a été conduit, en outre, à la synthèse de trois corps nouveaux : le glycol *trans*, son acétine et la dibromhydrine bi-secondaire; il a pu donner les constantes des composés rencontrés, dont la plupart n'étaient pas publiées. Il a observé : 1° que, dans deux des réactions, le rendement en érythrate est plus que triplé si l'on éthérifie l'érythrite par un acide formique pas trop concentré; 2° l'isomération des vinylcarbinols pendant leur transformation en éthers bromhydriques a lieu aussi avec les vinylglycols et semble générale; 3° il y a *cis*-bromuration absolument totale du glycol *trans*, ainsi le principe de *cis*-bromuration des trans, bien vérifié sur les diacides et les dibromures correspondants, s'applique aussi aux glycols; 4° le dibromure *trans* s'obtenant facilement à partir de l'érythrène, une série des réactions obtenues constitue une nouvelle synthèse totale de l'érythrite.

CHIMIE AGRICOLE. — *Antonin Nemec* (prés. par M. Th. Schlœsing). — **Détermination des exigences des sols agricoles en acide phosphorique par la méthode colorimétrique ; influence de la chaux et du fer.**

L'auteur a fait connaître dans une Note précédente, une nouvelle méthode, basée sur l'analyse des extraits aqueux des sols, pour déterminer les besoins des sols agricoles en engrais phosphatés. L'application de cette méthode le conduit à montrer que pour les sols très riches en chaux, il y a diminution de la teneur en acide phosphorique. Cependant les sols riches en chaux contiennent en règle générale une quantité assez élevée d'acide phosphorique accessible aux plantes. Néanmoins, il est bon de tenir compte de la richesse en chaux du sol examiné pour interpréter la détermination des exigences en acide phosphorique par la méthode colorimétrique.

Lorsque le fer et l'alumine se trouvent dans le sol à une teneur supérieure à 8 p. 100, il se produit une insolubilisation notable d'acide phosphorique.

AGRONOMIE. — *Ch. Brioux* et *J. Pien* (prés. par M. G. André). — **Le besoin en chaux des sols acides. Courbes électrométriques de saturation et indices Hutchinson-Mac Lennan. Pouvoir tampon vis-à-vis des bases.**

Les auteurs ont comparé la méthode électrométrique et la méthode Hutchinson-Mac Lennan. Leurs expériences les ont conduit à conclure : 1° que le pH d'un sol acide renseigne utilement sur son degré d'acidité mais ne permet pas d'évaluer son besoin en chaux; 2° La méthode Hutchinson donne, en général, des résultats extrêmement voisins de ceux fournis par la méthode électrométrique, sauf pour les terres très humifères et pour les tourbes, les résultats qu'elle fournit sont plus faibles.

A pH égal, les sols argileux et surtout les sols humifères exigent notablement plus de chaux pour être neutralisés que les sols à faciès sableux.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *L. de Launay.* — **Sur le rôle possible des transmutations en géologie.**

Si l'on envisage l'épiderme de l'écorce terrestre qui est seul abordé par les investigations directes, on doit y trouver, avant tout, les éléments qui, par leur poids atomique, occupent là leur place légitime : oxygène, sodium, magnésium, aluminium, silicium. Mais il doit s'y joindre des atomes plus lourds venus des zones centrales, que l'auteur appelle dépaysés, et cela en proportion d'autant plus faible que leur origine normale est plus profonde.

La désintégration atomique, qui se traduit par une transmutation accompagnée de radioactivité, paraît être à M. de Launay la conséquence superficielle de ce dépaysement. Elle est le fait d'atomes qui, par des explosions successives, se remettent en équilibre avec leur milieu et qui produisent ainsi une réaction exothermique.

HISTO-PHYSIOLOGIE. — *Maurice Azéma* (prés. par M. F. Mesnil). — **Le mécanisme de l'excrétion chez les Ascidies.**

L'examen de vésicules rénales d'*Ascidiella aspersa* (Müll.) a convaincu l'auteur qu'il existe chez les *Ascidiidæ* non pas seulement une excrétion liquide, mais aussi, en même temps, une excrétion solide manifeste.

ZOOLOGIE. — *Jacques Pellegrin* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **La disparition des nageoires paires chez les Poissons africains du groupe des Clariines.**

Le groupe des Clariinés renferme à la fois des Poissons à corps moyen, à aspect de Siluridé ordinaire (comme un Bagre par exemple), et d'autres anguilliformes, profondément spécialisés dans le sens de l'allongement du corps, de la fusion des nageoires paires, de la disparition des nageoires impaires. C'est dans les eaux douces de l'Afrique tropicale qu'on trouve encore actuellement aujourd'hui tous les termes de transition entre ces deux types extrêmes.

La disparition des nageoires comme les ventrales paraît se faire par mutation, brusquement.

BIOLOGIE. — *Alphonse Labbé* (prés. par M. Henneguy). **Une lignée phylétique expérimentale:** *Canthocamptus Cyclops.*

L'auteur a réussi à obtenir une lignée expérimentale continue par stades successifs qui, partant du genre *Canthocamptus*, aboutit actuellement au genre *Cyclops*. Cette lignée expérimentale, avec un temps d'arrêt au stade *Feronniera*, s'est poursuivie d'une façon continue par allélogenèse, les isomorphes persistant quelque temps après l'apparition des allomorphes; et elle est en avance d'environ 6 mois sur la lignée naturelle qui se poursuit actuellement dans les marais salants du Croisic.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Jean-Jacques Trillat* (transm. par M. M. de Broglie). — **Sur l'action secondaire des rayons X sur les microorganismes.**

Ces expériences mettent en évidence l'influence considérable du rayonnement secondaire excité par le rayonnement primaire sur un radiateur métallique placé à proximité des microbes; l'influence directe du rayonnement primaire peut être considérée, en effet, comme négligeable dans les conditions utilisées. Ceci est en accord complet avec les résultats obtenus par M. Thibaud relativement à l'action sur les microorganismes des radiations secondaires excitées par les rayons γ du radium dans divers métaux.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Henri Hérissey* et *J. Cheymol* — **Sur la constitution chimique de la géine (géoside).**

Toutes les observations faites sur la géine cristallisée autorisent les auteurs à attribuer à ce principe la formule brute $C^{21}H^{30}O^{11} + H^2O$. Sous l'influence de la géase, ferment soluble qui accompagne la glucoside dans la Benoîte, ce dernier se dédouble en vicianose et eugénol. Si l'hydrolyse est faite par les acides, on obtient, entre l'eugénol, du glucose *d* et de l'arabinose *l*.

La fonction aldéhydique du glucose, restée libre dans le vicianose, doit être unie dans le glycoside à la fonction phénol de l'eugénol.

— *N. Bezssonoff* (prés. par M. Gabriel Bertrand). **L'effet antiscorbutique est-il dû à deux substances différentes?**

Les premières recherches de l'auteur l'amènent à considérer comme très probable l'existence de deux fractions de vitamine C, dont l'une C^1 serait moins résistante que l'autre C^2 au chauffage. La diminution du pouvoir antiscorbutique par le chauffage serait due à une destruction partielle du C^1.

— *J. Meunier* et *Mlle G. Saint-Laurens* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur des calculs biliaires humains à forte teneur en cuivre.**

Les calculs dont il s'agit appartiennent à la série de ceux que les auteurs désignent sous le nom de *calculs pigmentaires hémolytiques*. L'analyse a révélé une teneur en cuivre de 3 grammes au kilogramme.

P. Guérin.

Séance du 27 décembre 1926.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Paul Montel.* — **Sur les séries de fonctions mésomorphes.**

— *R. Wavre* (prés. par M. Hadamard). — **Sur l'itération au moyen d'un noyau symétrique et singulier de Fredholm.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Kolmogoreff* (prés. par M. Emile Borel). — **Une série de Fourier-Lebesgue divergente partout.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Swyngedauw* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur le glissement angulaire des poulies et le glissement des brins menant et mené de la courroie.**

AÉRODYNAMIQUE. — *Maurice Girault* (prés. par M. Rateau). — **Sur une construction très générale des profils d'ailes par tranformation conforme d'un cercle.**

THERMODYNAMIQUE. — *C. Riveau.* — **Principe de Carnot et principe de Clausius.**

RADIOACTIVITÉ. — *Herbert Brennen.* — **Sur l'absorption des rayons β par la matière.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *H. Deslandres.* — **Loi de distribution des orages magnétiques et de leurs éléments. Conséquences à en tirer sur la constitution du Soleil.**

L'auteur a exposé dans ses Notes antérieures que les orages magnétiques sont dus à des particules électrisées rejetées par le Soleil, dont les points d'émission sont de véritables volcans séparés par des intervalles qui sont des multiples de 60°, 30° et de 15°; poursuivant ses observations, il est conduit à conclure que tout se passe dans le Soleil comme si, au-dessous de la surface, dont les divers parallèles ont des rotations différentes, se trouvait une couche qui tourne comme un corps solide, avec une durée de rotation égale à R (R = durée moyenne de rotation synodique des taches solaires). Cette couche sous-jacente aurait 24 volcans ou brisures, uniformément répartis autour de l'axe, qui rejettent au dehors les particules électrisées des masses intérieures et avec des vitesses, dont quelques-unes au moins, sont constantes.

ASTRONOMIE. — *A. Couder*, A. *Danjon* et *A. Dufay* (prés. par M. Deslandres). — **Sur la qualité astronomique du ciel de la Haute-Provence.**

Avec le concours de M. et Mme Dina, les auteurs ont effectué dans les Basses-Alpes deux campagnes d'observa-

tions en vue d'étudier la valeur de cette région, qui leur avait été indiquée par M. Esclangon, comme emplacement d'un grand télescope. La situation géographique, la climatologie, l'uniformité de la température, la nébulosité (identique à celle du Mont Wilson), la remarquable transparence de l'air, concourent à donner à la région étudiée une valeur toute particulière . En Haute-Provence, 1 nuit sur 5 peut être considérée comme nuit astronomique, c'est-à-dire comme nuit météorologiquement et astronomiquement belle, alors que les autres stations de France n'offrent que quelques nuits astronomiques par an.

Les observations effectuées en diverses stations ont montré que dans la région étudiée la stabilité des images est à peu près indépendante de l'altitude, entre 600 et 1.100 mètres, de sorte que l'Observatoire pourrait être établi dans la zone des bas-plateaux.

PHYSIQUE. — *Th. Vautier.* — **Formes et déformations d'ondes explosives.**

Dans ses Notes précédentes (*C. R.*, 179, 1924, p. 256 et 183, 1926, p. 953), l'auteur a montré quelques-unes des formes explosives obtenues par sa méthode interférentielle. Il a poursuivi ses essais par l'étude des ondes produites par un pistolet et explique les résultats obtenus au moyen de graphiques. L'onde présente les caractéristiques suivantes : un front totalement discontinu depuis le début de l'onde jusqu'à quelques centaines de mètres de son départ; à 1.600 mètres la discontinuité subsiste mais sa hauteur est moins grande, elle va continuer à diminuer à mesure que le parcours augmente, le sommet s'est détaché du front, la distance front-sommet va croître lentement; après un trajet suffisamment long, la discontinuité à disparu; l'onde se relie au milieu en repos par un raccord qui est anguleux et qui le restera, la ligne frontale continuera à s'incliner de plus en plus vers la droite et la distance front-sommet à croître lentement; l'étendue de l'onde ne cesse d'augmenter depuis le début et peut atteindre et même dépasser le double de sa valeur initiale.

SPECTROSCOPIE. — *George Déjardin* (prés. par M. Cotton). — **Spectres d'étincelles du mercure dans l'ultraviolet lointain.**

Trois groupes de raies d'étincelles du mercure, désignés E_1 E_2 E_3 avaient été reconnus par MM. L. et E. Bloch, dans le spectre visible et dans l'ultra violet ordinaire. L'auteur, étudiant ces trois spectres a constaté qu'ils se prolongent dans l'ultra violet lointain, jusqu'à la limite de Schumann. Des tableaux indiquent pour chaque groupe, la liste des raies mesurées à 0,05A près, raies dont un grand nombre sont nouvelles. L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *L. de Launay.* — **Sur quelques applications géologiques de la transmutation.**

L'auteur a proposé, dans une Communication antérieure, une théorie générale de la condensation atomique, dont il cherche maintenant les applications à la géologie avec les commencements de vérification qui peuvent en résulter. La première vérification qui se présente est relative au groupe des métaux dits radioactifs. On sait que l'uranium donne, en s'allégeant, du radium, puis du radon et enfin peut-être du plomb. Peut-être ce dernier subit-il lui-même une transmutation dont le mécanisme nous échappe par sa lenteur même et qui le conduirait à un élément de poids atomique plus faible, tel que l'argent.

— *Léon W. Collet* et *Robert Perret* (prés. par M. Pierre Termier). — **Complément sur la géologie du cirque de Sales (Chaîne des Fils, Haute-Savoie.)**

La plupart des auteurs qui ont traité de la géologie du vallon de Sales ont reconnu l'existence de deux couches de Gault qui s'expliquent par la présence d'un pli-faille. Au-dessus d'elles existe du Cénomanien fosssilifère. Les auteurs signalent aujourd'hui la présence d'une troisième couche de Gault et de Cénomanien sur le versant Ouest de la Pointe d'Anterne-Pointe d'Ayère, sous le Crétacé supérieur.

— *Louis Dangeard* (prés. par M. Pierre Termier). — **Glauconie actuelle dans la zone néritique.**

La glauconie peut se former actuellement dans toute l'étendue de la zone néritique. Elle semble trouver un milieu particulièrement favorable à sa formation dans les perforations très variées des coquilles.

La glauconie actuelle peut se trouver mélangée à de la glauconie fossile ou subfossile dont il importe de la distinguer, de même qu'il importe de séparer les sédiments marins actuels des dépôts anciens qui sont souvent remaniés au milieu d'eux.

BOTANIQUE. — *Paul Vuillemin.* — **Nouvelles données sur les folioles supplémentaires des Fraisiers.**

Chez 23 feuilles affectées de la même anomalie, toutes les folioles supplémentaires sont rabougries comparativement aux folioles normales. De l'ensemble des données tirées de cette récolte, il ressort une fois de plus, dit l'auteur, que les scyphies et les anomalies connexes résultent de l'hypoplasie, si évidente dans les folioles supplémentaires des Fraisiers .

PALÉOBOTANIQUE. — *Paul Bertrand* (prés. par M. Ch. Barrois). — **La zone à *Mixoneura* du Westphalien supérieur.**

Les *Mixoneura*, du type de l'*ovata*, caractérisent par leur fréquence une zone bien déterminée du terrain houiller; cette zone représente l'assise la plus élevée du Wetsphalien supérieur. Immédiatement sous-jacente à l'étage de Rive-de-Gier dans le Gard, aux couches d'Ottweilr dans la Sarre, elle est séparée du sommet de l'assise de Bruay par les 500 m. de la zone à *Pecopteridium Defrancei* (=Flambants inférieurs de Sarrebrück).

FLORE COLONIALE. — *E. de Wildeman* (prés. par M. H. Lecomte). — **Sur le *Yocco*, plante à caféine originaire de Colombie.**

Le Yocco est un *Paullinia* (Sapindacée), dont l'auteur a pu poursuivre la spécification grâce à l'intervention du Jardin botanique de Kew qui possède des échantillons types du *Paullinia scarlatina* Radlk, auquel il faut rapporter la plante des récoltes de Fl. Claes.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Hée* (prés. par M. L. Guignard). — **Les variations de l'intensité respiratoire du *Sterigmatocystis nigra* au cours du développement.**

Les résultats obtenus mettent nettement en évidence la décroissance rapide, avec l'âge, de l'intensité respiratoire des mycéliums de *St. nigra*, décroissance telle que, le 9e jour, la valeur des échanges gazeux ne représente plus qu'environ le dixième de ce qu'elle était le 2e jour.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *G. Mouriquand* et *A. Leulier* (prés. par M. Widal). — **L'adrénaline existe-t-elle à l'état totalement libre dans les capsules surrénales fraîches ?**

Les capsules surrénales fraîches ont une teneur très faible en adrénaline libre, mais dans les surrénales vieillies l'adrénaline se libère, comme si elle était partiellement engagée dans une combinaison qui la dérobe presque entièrement à l'action des réactifs.

EMBRYOGÉNIE. — *Paul Wintrebert* (prés. par M. L. F. Henneguy). — **L'éclaircissement des œufs de Raies pour l'observation continue du développement *in vivo*.**

L'œuf éclairci des Raies, en tant qu'œuf télolécithe, au même titre que l'œuf éclarici des Scylliidés, plus avanta

geux que l'œuf de Poule pour *l'examen continu in vivo* des transformations anatomiques et physiologiques d'un même embryon et devient ainsi un objet de choix pour les démonstrations embryologiques.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Y. Manouelian* et *J. Viala* (prés. par M. Roux). — **D'où vient la virulence de la bave chez les animaux rabiques ?**

C'est en se propageant le long des nerfs que le virus rabique va dans la salive. Mais la bave n'est pas virulente si les muqueuses de la bouche et de la langue sont d'une intégrité parfaite, sans aucune fissure, sans la moindre éraillure. Car c'est à la faveur d'une lésion de la muqueuse que le parasite de la rage est inoculé dans la plaie de la morsure, éventualité malheureusement fréquente chez les chiens enragés.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *René Leriche* et *R. Fontaine* (prés. par M. Quénu). — **Sur quelques faits nouveaux intéressant les théories actuelles de la vasomotricité.**

Les auteurs montrent qu'il est impossible de continuer de croire que les modifications de vasomotricité consécutives aux opérations sympathiques sont la conséquence d'une section d'éléments moteurs. Tout se passe comme si les actions vasomotrices étaient uniquement périphériques, sous la dépendance d'éléments ganglionnaires inclus dans la paroi des artères, les nerfs dits jusqu'ici vasomoteurs n'étant que des éléments d'association unissant ces centres muraux aux centres médullaires ou latéro-vertébreux.

MICROBIOLOGIE. — *A. Sartory, R. Sartory* et *J. Meyer* (prés. par M. L. Guignard). — **La formation des périthèces chez l'*Aspergillus fumigatus* Fresenius sous l'influence du radium.**

L'action du radium sur l'*Asp. fumigatus* Fres. (qui devrait désormais porter le nom d'*Eurotium*) cultivé sur milieu de jus de carotte gélatiné (pH =4,7), dissocié par le chlorure de sodium, et seulement sur ce milieu, produit la formation des périthèces fertiles à asques et ascospores bien déterminés.

— *Edm. Sergent, A. Donatien, L. Parrot, F. Lestoquard, E. Plantureux* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur la virulence du sang dans la Theilériose sud-africaine, à *Theileria parva*.**

Contrairement aux données classiques, la theilériose sud-africaine peut être transmise par l'inoculation du sang périphérique prélevé au cours d'un accès aigu.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Haton de la Goupillière, Grand Officier de la Légion d'honneur, vient de mourir à l'âge de 94 ans.

L'Académie l'avait élu Membre libre, le 21 janvier 1884.

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, il avait été nommé Professeur à l'Ecole Supérieure des Mines en 1857, Ingénieur en Chef des Mines en 1877, Inspecteur Général en 1885, Directeur de l'Ecole Supérieure des Mines en 1887.

Académie d'Agriculture. — M. Corneille, Conseiller d'Etat, a été nommé membre titulaire dans la section d'économie, statistique et législation agricoles.

M. E. Hunebelle, Président de la Chambre d'Agriculture d'Alger a été nommé membre non résident.

Bureau des Longitudes. — On été nommés pour l'année 1927 : Président : M. Appell ; Vice-président : M. Bourgeois ; secrétaire : M. Fichot.

Société Météorologique de France. — Viennent d'être élus : Président, MM. Emm. de Martonne ; Vice-Présidents, MM. Louis Besson et Tabesse ; Secrétaire général, le Général Delcambre.

Congrès national des pêches et industries maritimes. — Le 10e Congrès se tiendra du 23 au 28 avril 1927. Il est organisé par la Société d'enseignement des pêches maritimes, sous le patronage du Ministère des Travaux Publics. En raison de l'appui que lui apporte la Municipalité et la Chambre de commerce d'Alger, il aura cette année une importance exceptionnelle. L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — Conférences de la Société des Amis de l'Université, pour l'année 1927 :

20 janvier. M. Perrin : « La structure discontinue de la matière. »

27 janvier. — M. Moret : « Les temples d'Egypte ».

3 février. — M. Roussy : « Le problème du cancer ».

10 février. — M. le Dr Cabanès : « La pluie et le beau temps dans leur rapport avec les événements historiques ».

17 février. — M. Jean Bruhnes : « Le Canada ».

Présentation de photographies en couleurs faisant partie des Archives de la Planète, formées par M. Albert Kahn. Séance hors série.

24 février. — M. Perrot : « Les plantes dans l'art de guérir ».

3 mars. — M. Robert Proust : « Le radium et la médecine ».

10 mars. — M. Dupont-Ferrier : « La Sorbonne au temps de Richelieu ».

17 mars. — Présentation des Archives de la Parole et des dernières inventions de phonétique : Travaux de l'Institut de Phonétique de l'Université de Paris.

Les Conférences ont lieu les jeudis à 21 heures à la Sorbonne.

Les étudiants peuvent retirer les cartes d'entrée dans les secrétariats des Facultés.

Les personnes qui désirent faire partie de la Société des Amis de l'Université peuvent s'adresser, pour tous renseignements, à M. Goy, directeur du Bureau des Renseignements de la Sorbonne, secrétaire de la Société, ou à M. Maurice Guyot, secrétaire de l'Académie de Paris, à la Sorbonne, trésorier de la Société.

— *Faculté des Sciences.* — M. Leduc, ancien Professeur de physique théorique et physique céleste est nommé Professeur honoraire.

— *Soutenances de thèses.* — M. Billen, a soutenu le 7 janvier une thèse pour le doctorat ès-sciences : « Réduction d'oximes de cétones dissymétriques et d'oximes d'éthers β-cétoniques au moyen du sodium et d'alcool absolu. »

M. Legagneur a soutenu le 14 janvier une thèse pour le doctorat ès-sciences : Contribution à l'étude des mononitriles de l'acide camphorique. »

— *Ecole Normale Supérieure.* — Les épreuves écrites du concours de 1927 pour l'admission à l'Ecole Normale Supérieure et l'obtention des bourses de licence auront lieu aux dates ci-après :

Section des Sciences : 2 juin : 8 à 14 h. — Groupe 1 : Mathématiques. Groupe 2 : Physique.

3 juin : 8 à 14 h. — Groupe 1 : Physique. — 8 à 12 h. — Groupe 2 : Chimie.

4 juin : 8 à 11 h. — Groupes 1 et 2 : Composition française. — 14 à 16 h. — Groupes 1 et 2 : Versions.

6 juin : 8 à 12 h. — Groupes 1 et 2 : Mathématiques.

7 juin : 8 à 12 h. — Groupe 2 : Sciences naturelles.

Les épreuves écrites seront subies au chef-lieu des Académies où les candidats se seront fait inscrire, sauf en ce qui concerne les candidats de la Régence de Tunis, autorisés à composer à Tunis.

Les programmes de mathématiques, de physique et de chimie, en ce qui concerne le groupe 1 de la section des sciences seront les mêmes que ceux du concours de 1927 pour l'admission à l'Ecole Polytechnique.

Le nombre des élèves à admettre à la suite du concours est fixé à 20 pour la section des sciences.

Il ne sera fait aucune nomination de boursiers près la Faculté des Sciences de Paris en dehors de nominations d'élèves de l'Ecole fixées ci-dessus. Aucune demande de ce genre ne pourra être examinée.

N. B. — La liste des candidats de la section des sciences admissibles aux épreuves orales sera affichée à l'Ecole Normale Supérieure, le jeudi 30 juin, à dix-sept heures.

Les examens oraux commenceront à l'école le vendredi 1er juillet à sept heures, pour les candidats de l'Académie de Paris, et le lundi 4 juillet, à sept heures, pour les candidats des départements.

L'épreuve pratique de mathématiques du groupe 1 aura lieu, le dimanche 3 juillet, de sept heures à onze heures, à la Sorbonne (salle Y).

Muséum d'Histoire naturelle. — M. Paul Lemoine, Professeur, a commencé son cours le 8 janvier à 17 heures, dans l'Amphithéâtre de la Galerie de Géologie et le continuera les jeudis et samedis suivants à la même heure.

1° Le samedi : Histoire de la Terre. — Ve époque néogène et quaternaire;

2° Le jeudi : Phénomènes géologiques sur les continents (vents, glaciers, pluies, rivières, etc.).

Le cours sera complété par des excursions géologiques publiques qu'annonceront des affiches spéciales.

Ecole Polytechnique. — Le nombre maximum des élèves à admettre à l'Ecole en 1927 est fixé à 225.

— Les conditions d'aptitude physique pour l'admission à l'Ecole, sont modifiées comme suit :

Nul ne peut concourir pour l'admission à l'Ecole Polytechnique s'il n'a préalablement justifié :

1° Qu'il est Français ou naturalisé Français;

2° Qu'il a été vacciné avec succès ou qu'il a eu la petite vérole;

3° Qu'il ne présente aucun cas d'exemption totale du service militaire, soit armé, soit auxiliaire, compte tenu du fait que le développement musculaire des candidats peut, en raison de leur âge, être encore incomplet;

4° Qu'il a eu plus de dix-sept ans et moins de vingt ans au 1er janvier de l'année du concours, éventuellement moins de vingt-trois ans s'il est disposé à contracter l'engagement de rester au service de l'Etat dans l'armée pendant une période de six ans après sa sortie de l'Ecole. »

Les élèves, à leur arrivée à l'Ecole, sont soumis à un examen médical ayant pour objet essentiel de vérifier qu'ils ne présentent aucun cas de réforme caractérisé et que les vices de conformation ou infirmités compatibles avec le service auxiliaire dont ils pourraient être atteints ne font pas obstacle au port de l'uniforme, qu'ils ne sont pas de nature à les mettre hors d'état de suivre les cours et exercices militaires de l'école, non plus qu'à les rendre impropres à un service public.

Les jeunes gens remplissant les conditions d'aptitude physique ci-dessus définies sont seuls admis à l'Ecole. Ils contractent un engagement de trois ans, qui court du 1er octobre de l'année à l'entrée à l'Ecole.

Si, pendant la durée des études, un élève est admis à redoubler une année à l'Ecole, cette année ne compte pas dans la durée de l'engagement.

Le service médical de l'Ecole a le devoir de proposer l'élimination de tout élève qui, à quelque moment que ce soit, serait reconnu atteint d'une maladie ne comportant pas guérison et susceptible d'entraîner réforme de l'intéressé.

Conservatoire National des Arts et Métiers. — Les conférences publiques auront lieu dans l'ordre suivant, tous les dimanches à 14 h. 30 :

9 janvier. — M. Paul Dumanois : « Les problèmes actuels du moteur à explosion. »

16 janvier. — M. Robert Brunschweig : « Le problème mondial du pétrole. »

23 janvier. — M. Philippe Bunau-Varilla : « L'assainissement des eaux par l'auto-javellisation imperceptible. »

30 janvier. — M. Patard : « Synthèse directe des composés organiques et en particulier des alcools pour catalyser sous-pression. »

6 février. — M. Delaisi : « La guerre économique. Ses conséquences. Comment faire la paix économique ? »

13 février. — M. Louis Bréguet : « L'organisation industrielle aux Etats-Unis. »

20 février. — M. Henri Cotte-Vieille : « L'industrie de la soie artificielle. Les étapes de son développement. »

27 février. — M. Paul Mantoux : « La crise du charbon en Angleterre. »

6 mars. — M. Camille Rosier : « Les charges du contribuable français. »

13 mars. — M. le Dr Cabanès : « Une heure avec les sorciers. »

20 mars. — M. Marchis : « Les nouveaux types de machines frigorifiques et les nouveaux agents producteurs de froid. »

27 mars. — M. Beghin : « Application du gyroscope à la navigation maritime ou aérienne. »

3 avril. — M. Gustave Lyon : « L'acoustique pratique des immeubles. Orthophonie des salles d'audition. Les moyens d'améliorer leurs qualités phoniques. »

10 avril. — M. Barate : « L'approvisionnement en eau de Paris. »

Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne. — *Français.* — Un concours d'admission réservé aux candidats de nationalité française, s'ouvrira le lundi 30 mai 1927.

Les candidats doivent avoir dix-sept ans au moins et vingt-six ans au plus, au 1er janvier 1927.

Le nombre maximum d'admissions à prononcer à la suite du concours de 1927 est fixé à trente-sept; les candidats démissionnaires ne pourront être remplacés après le 15 octobre 1927.

Les candidats pourront à leur gré subir les épreuves écrites à Saint-Etienne, à Paris ou à Lyon; tous les examens oraux auront lieu à Saint-Etienne.

Le programme des épreuves est donné dans le *Journal officiel* du 7 janvier 1927, page 331, ainsi que les conditions d'inscription.

L'inscription des candidats ne sera définitive que lorsqu'ils auront fourni toutes les pièces exigées et effectué le versement du droit d'examen.

Les indications relatives aux lieux et heures des compositions écrites seront données aux candidats par la lettre qui leur accusera réception du versement du droit d'examen.

Les droits de scolarité sont fixés, pour les élèves fran-

çais, à 1.200 fr. par année scolaire (décret du 21 décembre 1926).

Etrangers. — Un concours d'admission réservé aux étrangers aura lieu pendant le mois de juillet 1927.

Les candidats doivent avoir dix-sept ans au moins au 1er janvier 1927; aucune limite supérieure d'âge n'est imposée.

Le nombre maximum des places mises au concours est fixé à cinq; ne pourront, d'autre part, être admis que les candidats dont la moyenne des points sera supérieure à dix.

Le programme des connaissances exigées sera celui du concours réservé aux candidats français; toutefois les candidats étrangers seront dispensés des épreuves écrites, ainsi que de l'épreuve de dessin à main levée et de l'examen de langues vivantes.

Des points de majoration sont accordés aux candidats étrangers en ce qui concerne les mentions du baccalauréat français suivant le barème appliqué aux candidats français

Pour les conditions relatives aux demandes de participation à ce concours, voir le *Journal officiel* du 7 janvier 1927, page 331.

Les candidats étrangers seront individuellement convoqués pour les examens oraux qui auront lieu à Saint-Etienne.

Les droits de scolarité sont fixés, pour les élèves étrangers, à 2.000 fr. par année scolaire (décret du 21 décembre 1926).

Ecole nationale des Industries agricoles. — Un concours sur titres et sur épreuves sera ouvert à l'Institut National Agronomique, 16, rue Claude-Bernard, à Paris, le lundi 31 janvier 1927, à neuf heures, pour la nomination d'un maître de conférences de construction et de dessin industriel à l'Ecole nationale des Industries agricoles. Le programme et les conditions de ce concours seront identiques au programme et aux conditions du concours ayant eu lieu, pour le même objet, le 19 octobre 1925 (voir *Journal officiel*, 15 août 1925, page 8112).

Les candidats devront adresser leur demande le 24 janvier 1927, au plus tard, au Ministre de l'Agriculture (Direction de l'Agriculture, 1er bureau).

Université de Lyon. — M. Savy, agrégé près la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie est nommé Professeur de thérapeutique, hydrologie et climatologie en remplacement de M. Pic.

Université de Montpellier. — La Chaire de clinique des maladies des enfants prendra désormais le nom de Chaire de clinique des maladies des enfants et hygiène du premier âge.

— M. Vallois, ancien Professeur de clinique obstétricale à la Faculté de médecine, est nommé professeur honoraire

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Initiation aux méthodes vectorielles et aux applications géométriques de l'Analyse, à l'usage des élèves de Mathématiques spéciales et des élèves des Facultés des Sciences, par G. Bouligand et G. Rabaté. In-8° de VIII-215 pages, Vuibert, éditeur, Paris.

On retrouvera dans l'ouvrage la simplicité d'exposition et l'élégance de démonstration qui caractérisaient déjà la *Géométrie vectorielle* et la *Mécanique* de M. Bouligand; elles se sont alliées de la manière la plus heureuse aux qualités de clarté et de méthode qui marquent l'enseignement de M. Rabaté à Poitiers. Le champ abordé par les auteurs comprend non seulement l'exposé des éléments de la géométrie vectorielle (produits scalaires, vectoriels, systèmes de vecteurs glissants, dérivation géométrique, formules de Frenet, théorèmes de Meusnier, d'Ossian-Bonnet, gradient...), mais encore d'intéressantes applications aux équations différentielles, et une première leçon sur les nombres complexes, ainsi qu'une liste importante de questions à résoudre. Les problèmes traités sont bien choisis, soigneusement mis en équation; leur étude attentive sera très utile aux élèves de Mathématiques spéciales et de Mathématiques générales.

René Garnier.

Cours de mécanique céleste, par M. H. Andoyer. T. I, in-8° de VI-438 pages. T. II, in-8° de 454 pages, Gauthier-Villars et Cie, éditeur, Paris. — Prix : 150 francs.

Présenter sous une forme condensée, mais précise et complète, le développement de tous les intermédiaires qui conduisent de la loi de Newton aux résultats des éphémérides; illustrer chaque théorie d'une application numérique détaillée : tel est le but du Cours de M. Andoyer; pour le réaliser dans un espace restreint, il ne fallait rien moins qu'un auteur possédant à la fois la maîtrise approfondie du sujet et la science impeccable du calcul.

Il ne saurait être question, ici, de résumer même brièvement un ouvrage de cette importance; bornons-nous aux points principaux. Le Cours est divisé en six parties. Le livre I renferme l'exposé des méthodes générales de la Dynamique analytique, et des changements de variables selon la pratique de l'auteur; suivent aussitôt deux applications aux problèmes fondamentaux de la mécanique céleste. Le livre II a pour objet principal la détermination d'une orbite képlerienne par trois observations rapprochées; l'auteur reprend en le complétant l'exposé qu'il a déjà développé de la méthode de Lagrange; il étudie ensuite les modifications à introduire lorsque les observations sont espacées, et ceci l'amène naturellement à la méthode des moindres carrés. Viennent alors une théorie approfondie de l'interpolation, et une application de la méthode des différences au calcul des quadratures et à l'intégration des équations différentielles. Nous arrivons alors aux six méthodes générales (Hansen-Tietjen, Encke,...) pour la détermination numérique des perturbations; l'auteur envisage notamment le cas des orbites cométaires et expose à ce propos le criterium de Tisserand.

Le livre III se rapporte aux planètes; il débute par des théorèmes généraux sur l'équation de Képler, les coefficients de Laplace, les opérateurs de Newcomb; viennent ensuite les propositions classiques des méthodes anciennes (invariabilité des grands axes, théorème de Poisson, inégalités seculaires); leur exposé, aussi clair qu'élégant, est illustré d'importantes applications, telles que l'évaluation des grandes inégalités Jupiter-Saturne. Puis, l'auteur consacre des développements étendus au calcul des perturbations des coordonnées par les méthodes de Laplace et Hansen, et à la pratique du calcul numérique suivant Cauchy et Hansen.

Le livre IV, relatif à la Lune, est l'un des plus importants; c'est qu'ici, les méthodes de l'analyse moderne ont secondé de la manière la plus brillante les efforts des calculateurs. L'auteur expose en détail la théorie de Hill-Brown; il en développe les conséquences numériques sans négliger les résultats généraux (application des méthodes anciennes, accélérations lunaires, théorèmes d'Adams, perturbations planétaires directes et indirectes, défaut de sphéricité de la Terre,...)

Le livre V est consacré au phénomène de précession-nutation (que l'auteur rapporte à l'écliptique variable), et à la libration lunaire. Enfin, le Livre VI se rapporte aux satellites de Jupiter (évaluation des fonctions perturbatrices, examen des difficultés dues à l'existence de relations linéaires simples).

On le voit, l'ouvrage de M. Andoyer possède une physionomie propre qui le distingue nettement de ses devanciers. Sans s'arrêter comme Laplace et Tisserand à l'historique de chaque théorie, il va droit au but, comme Poincaré, mais en évitant toutefois les développements théoriques qui intéressent le géomètre plus que l'astronome. Il réalise ainsi un double objectif, didactique et pratique : tout en exposant de la manière la plus directe les résultats analytiques fondamentaux de la mécanique céleste, il présente sous une forme directement assimilable les méthodes de calcul à employer pour l'étude des astres nouveaux : l'ouvrage peut donc être considéré comme le guide précieux de l'étudiant et l'auxiliaire indispensable du professionnel. RENÉ GARNIER.

Cours d'Astronomie et de Navigation à l'usage des marins, par P. CONSTAN. Nouvelle édition refondue, augmentée et en harmonie avec les programmes d'enseignement dans les écoles de Navigation. 2 vol. in-8° : 1re partie. Astronomie, VII-318 pages avec 163 figures et 2 planches; 2e partie, navigation, 454 pages, 220 figures et 3 planches. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 70 francs.

Le cours d'astronomie et de navigation de M. Constan vise un but essentiellement pratique : fournir aux capitaines de navire tous les renseignements qui leur seront utiles pour la détermination des positions géographiques. Le tome I (Astronomie) contient le développement de toutes les notions théoriques qui seront utilisées en pratique : instruments d'observation usuels, mouvement diurne, sphéroïde terrestre, carte, réfractions astronomique et terrestre, coordonnées célestes, parallaxe, instruments des observatoires, mouvement du soleil, crépuscule, saisons, unités de temps, orbite lunaire, libration, éclipses, constellations, planètes, comètes, usage de la Connaissance des Temps avec application au calcul de la longitude et de la latitude terrestres.

Le second volume a un caractère exclusivement pratique. Un premier chapitre renferme des développements étendus sur le sextant, les chronomètres et leur emploi. Le chapitre II traite des compas et de leur compensation, faisant état d'une théorie développée en détail dans une Note à la fin de l'ouvrage. Les chapitres suivants sont relatifs à la détermination de la route à suivre (lecture des cartes, marées, navigations loxodromique et orthodromique) et à la détermination du point. L'étude des droites de hauteur y est présentée avec l'ampleur qu'elle comporte, et, à ce propos, l'auteur insiste sur l'avantage des abaques en navigation; il en indique divers modèles dûs à lui-même et à d'autres marins. Enfin des notes complémentaires traitent des procédés les plus récents : navisphères, T. S. F. dirigée, signaux phoniques sous-marins, câbles Loth, télémètres).

Sans doute, dans un tel sujet, l'application des méthodes de l'analyse (formules différentielles, séries de Taylor, fonction logarithmique...) aurait apporté de grandes simplifications; mais on ne doit pas oublier que l'auteur s'adressait aux élèves des écoles de navigation; il devait donc recourir à des procédés élémentaires. Il y a pleinement réussi et son ouvrage peut être recommandé non seulement aux marins, mais encore à toutes les personnes qui s'intéressent à l'astronomie et à la navigation et dont l'instruction mathématique a été limitée aux éléments. R. G.

L'acoustique des canons et des projectiles, par M. E. ESCLANGON, Professeur de l'Observatoire de Strasbourg. In-8° de 388 pages avec 126 figures. (Imprimerie Nationale). Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris.

En un livre très attachant, M. Esclangon expose l'état actuel de nos connaissances sur l'acoustique des canons et des projectiles dont la plus grande partie date de la guerre et est due aux recherches personnelles de M. Esclangon lui-même.

M. Esclangon a été le premier à indiquer le principe du repérage des canons par le son, à développer les calculs nécessaires et à résoudre les difficultés que rencontrait son application. Dans son ouvrage, il expose comment on a pu séparer les effets acoustiques dûs à l'onde de bouche (coup de canon) de ceux provoqués par la course du projectile sur sa trajectoire (onde balistique). Ces deux ondes se différencient par les pressions qu'elles développent dans l'air alors que l'oreille ne saurait les distinguer. L'onde de bouche, contrairement à ce qui se passe pour l'onde balistique, ne déplace que faiblement l'air mais lui imprime des variations de pressions considérables : c'est ce qu'ont permis de déceler des manomètres enregistreurs. M. Esclangon a également établi l'existence d'infra-sons dûs à des variations de pression trop lentes pour être perçues par l'oreille.

On trouvera exposées toutes ces questions dans l'ouvrage de M. Esclangon, divisé en 2 parties. Dans la première partie, intitulée *Acoustique géométrique des canons et des projectiles*, l'auteur étudie l'onde de bouche, l'onde balistique, le nombre de détonations dues à l'onde balistique, l'intensité et la variation de l'onde balistique avec la distance, la propagation et la composition des ébranlements à phase périodique , les sifflements. Dans la seconde, *Acoustique physique*, il envisage la puissance de propagation de l'onde balistique, l'audition physiologique, les infra-sons, les infra-sons engendrés par les canons, la détermination de la vitesse du son par l'onde de bouche des canons, les réfractions et les réflexions atmosphériques, des ondes sonores, l'acoustique dans ses rapports avec la balistique. A. Bc.

The spectroscopy of X-Rays, par MANNE SIEGBAHN. Traduit avec des additions par Georges LINDSAY. In-8° de 288 pages avec 119 figures. Oxford University Press, Londres. — Prix : 20 fr. net.

On trouve, dans la monographie de M. Siegbahn, la description des techniques utilisées pour l'analyse cristalline des rayons X et la discussion des conséquences qu'on en peut tirer relativement aux théories atomiques. La compétence particulière de l'auteur, qui a consacré à ces questions d'importantes recherches originales, l'abondance de la documentation et la clarté de l'exposition, font de ce livre un ouvrage précieux pour les chercheurs et pour tous ceux qui s'intéressent aux nombreux et délicats problèmes que soulève l'étude des rayons X.

A. Bc.

Les méthodes physiques appliquées à la chimie, par P. JOB. (*Collection Langevin-Perrin-Urbain*). In-8° de 250 pages avec 126 figures. G. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Dans cet ouvrage, M. P. Job s'est proposé de montrer « tout l'intérêt que présente, pour un chimiste, la connaissance des méthodes physiques et tout le parti qu'il peut tirer de leur emploi... d'indiquer dans quelles conditions ces méthodes peuvent être appliquées, dans

quels cas elles peuvent prêter appui aux méthodes chimiques et dans quels cas elles sont seules capables de résoudre les questions posées, enfin dans quelles limites elles peuvent donner des résultats chimiques certains ». Il a su, en un petit nombre de pages, réunir les connaissances essentielles de physico-chimie indispensables, à l'heure actuelle, à tout chimiste; l'exposition, quoique concise, est généralement claire.

La première partie de l'ouvrage est consacrée à l'étude des propriétés des corps purs et des méthodes permettant de les purifier : identification des corps, analyse élémentaire, masse moléculaire, masse atomique, constitution des corps purs, variétés allotropiques.

Dans la deuxième partie, l'auteur étudie les mélanges, les solutions et les systèmes hétérogènes. Après avoir rappelé les principes sur lesquels repose l'analyse immédiate, il expose successivement les propriétés des mélanges solides, celles des mélanges liquides et celles des mélanges gazeux; les deux derniers chapitres sont consacrés aux systèmes chimiques en cours d'évolution et à la prévision des réactions.

Enfin, dans un appendice, l'auteur rappelle, très sommairement, la définition et les principes de la mesure de quelques grandeurs physiques : densité des gaz et des vapeurs, densité des liquides et des solides, dureté des solides, dilatation des solides et des liquides, tension capillaire, viscosité, pouvoir émissif, température d'ébullition, tensions de vapeur, points de fusion, solubilité des solides dans les liquides, cristallisation fractionnée, calorimétrie, indices de réfraction, pouvoir rotatoire, spectroscopie, résistance électrique, force électromotrice, mobilité des ions, nombre de transports, propriétés magnétiques.

Signalons une erreur qui s'est glissée p. 194 sur l'énoncé de la loi relative à la vitesse d'effusion des gaz à travers un orifice percé en mince paroi : « Les vitesses d'effusion de différents gaz dans le même appareil sont inversement proportionnelles à leurs densités ». En réalité, les vitesses d'effusion sont inversement proportionnelles non aux densités, mais aux *racines carrées* des densités.

A. Bc.

Radiotechnique générale, par C. Gutton. In-8° de 570 pages avec 304 figures. (*Encyclopédie d'électricité industrielle*). Baillière, éditeur, Paris.

Cet ouvrage embrasse toute la radiotechnique. Après une courte étude sur les circuits oscillants et la décharge par étincelles d'un circuit oscillant, il s'occupe de la produtions des ondes hertziennes au moyen d'éclateurs qui furent le premier stade en T. S. F. Deux chapitres sont réservés à l'entretien des oscillations par l'arc électrique et à l'étude des alternateurs à haute fréquence. Nous passons ensuite aux lampes à trois électrodes; on sait la grande part prise par l'auteur pendant la guerre, à la radiotélégraphie militaire, à la mise au point et au perfectionnement des postes à lampes destinés aux armées; son ouvrage « La lampe à trois électrodes » est classique; dans celui qui nous occupe, on trouve sensiblement les mêmes développements. Cependant, il faut noter un paragraphe supplémentaire intéressant sur le fonctionnement de l'oscillateur à lampes dans les conditions de bon rendement. L'étude des circuits couplés est assez poussée, et fait l'objet d'un chapitre spécial. Les diverses applications des lampes à la radiotélégraphie et à la radiotéléphonie sont longuement décrites; c'est là évidemment un sujet qui est en pleine évolution et dont on ne peut fixer définitivement, à l'heure actuelle, toutes les caractéristiques. L'auteur a enfin réservé une place importante à la propagation des ondes électromagnétiques, à la radiogoniométrie, aux mesures de rayonnement, à l'étude des résistances en haute fréquence et aux mesures électriques en haute fréquence. Tous ces sujets sont très longs et il serait vain d'essayer de les épuiser en un seul volume. C'est dire que l'ouvrage n'a nullement l'intention d'être complet; il a seulement pour but de donner, et cela avec une compétence qu'on ne peut nier, une idée sur le vaste domaine que constitue la radiotechnique.

P. Abadie.

Traité de chimie colloïdale, par Zsigmondy. Traduit sur la troisième édition allemande par G. Audy, C. Gazel et Lejeune. In-8° de 536 pages avec 57 figures et 8 planches. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 93 fr. 60.

Le développement rapide de la chimie colloïdale, dans ces dernières années, a amené la publication d'un grand nombre de travaux se rapportant à des faits particuliers très divers, qu'il était nécessaire d'éclairer par des règles et des lois générales.

L'ouvrage est divisé en deux parties : la première se rapportant aux généralités, après une introduction renfermant les définitions et les classifications, comprend, d'une part, un exposé des différentes propriétés physiques de l'état dispersé proprement dit (charge et mouvement des particules, filtration, précipitation, etc.) et, d'autre part, une théorie de la formation des gels et des sels, de leur structure et de leurs réactions.

La deuxième partie consiste en une succession d'exemples pratiques, destinés à mettre en évidence les propriétés principales des différentes espèces de colloïdes, soit métalliques (métaux, oxydes, sulfures, etc.) soit organiques (savons, colorants, albuminoïdes).

Dans un appendice, l'auteur a résumé les dernières méthodes de détermination de la structure et de la grosseur des particules colloïdales.

L. Ft.

Le vol vertical et la sustentation indépendante (Hélicoptères, gyroptères, avions-hélicoptères), par le Capitaine Lamé, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, ingénieur E.S.A. In-8° de 170 pages avec 60 figures. La Vie Technique et Industrielle, éditeur à Paris. — Prix : 30 francs.

Cet ouvrage extrêmement intéressant comprend trois parties : 1° l'historique, 2° la théorie, 3° la description critique, des appareils volants qui s'écartent de la conception des avions actuels. Quel avenir sera réservé aux suggestions de l'auteur? Réalisera-t-on un appareil qui n'exigera plus la hardiesse, le sang-froid, l'adresse, indispensables jusqu'à présent aux pilotes d'avions? Le capitaine Lamé espère et nous montre les raisons qui peuvent nous faire partager cet espoir. Nous avons admiré sa théorie de l'hélicoptère, rattachée à quelques recherches de laboratoire — trop peu poussées malheureusement — et à de plus nombreux essais. Ce livre, qui paraît indispensable aux spécialistes, sera lu avec curiosité par toutes les personnes qui ne se désintéressent pas de l'Aéronautique et particulièrement des progrès d'origine française.

Ed. M.

Le Gérant : M. Hédan.

Impr. P. & A. Davy, 52, rue Madame, Paris.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 3 — 65e ANNÉE — 12 FÉVRIER 1927

L'HISTOIRE DES FOURMIS DE RÉAUMUR

Mémoire inédit publié par M. William Morton Wheeler

C'est pour les œuvres scientifiques, même les plus magistrales, une destinée presque fatale, de n'avoir plus, au bout d'un temps plus ou moins long, qu'un intérêt purement réprospectif, par suite du progrès même des connaissances qu'elles ont contribué à assurer. La plupart ne gardent d'attrait que pour l'historien. Rares sont celles qui conservent des lecteurs et continuent à être consultées. L'*Histoire des Insectes*, de Réaumur, qui forme 6 gros volumes, publiés de 1734 à 1742, quoique ne nous révélant plus aujourd'hui rien d'inattendu, est cependant, parmi les vieux ouvrages, un de ceux auxquels les naturalistes se reportent encore. C'est que ces volumes sont pleins d'observations directes et surtout d'expériences ingénieuses sur les mœurs des insectes, qu'on ne peut refaire et pousser plus loin aujourd'hui qu'à la façon même de Réaumur ; et, comme l'auteur y a apporté infiniment de précision et de sagacité, l'œuvre a conservé une certaine actualité. On peut même dire qu'elle est le prototype des recherches d'éthologie expérimentale qui sont un des rameaux les plus vivants de la biologie contemporaine.

Elle est restée inachevée. Il semble bien que Réaumur avait projeté de composer dix volumes ; à l'allure où parurent les six premiers, les quatre derniers auraient dû être achevés pour 1750. Or Réaumur n'est mort qu'en 1757, et, de 1742 à 1757, il a été loin de rester inactif. C'est dans cet intervalle qu'il a publié notamment, en dehors de travaux intéressants du domaine de l'ingénieur, ses recherches sur l'incubation artificielle du poulet (1749 et 1751), ses importantes expériences sur la digestion des oiseaux (1752), où il a notamment étudié le suc gastrique *in vitro* et été ainsi sur le terrain expérimental, un précurseur dans la physiologie de son temps. A sa mort, il laissa des fragments inachevés de l'*Histoire des Insectes*, légués, avec tous ses papiers, à l'Académie des Sciences, dans les archives de laquelle ils n'ont pas cessé d'être. Pour quelles raisons Réaumur s'est-il, après 1742, détourné de son grand ouvrage, on ne peut faire à cet égard que des conjectures plus ou moins vraisemblables, mais on doit regretter profondément le fait. Les fragments inédits ont été examinés à diverses reprises par des naturalistes. Cuvier, dans l'article *Réaumur* de la *Biographie universelle*, en dit quelques mots et notamment que le manuscrit du 7e volume existait, mais était dans un désordre qui en rendait la publication impraticable.

Or, un fragment important de ce volume vient d'être publié ces dernières semaines, par les soins d'un éminent biologiste américain, M. William Morton Wheeler, qui en a trouvé l'occasion, lors d'un séjour à Paris, où il était venu enseigner à la Sorbonne, en 1925 (1). C'est l'*Histoire des fourmis*.

La voilà maintenant imprimée dans son texte original, — soigneusement respecté, même dans

(1) La *Revue Scientifique* a publié (22 août 1925) la leçon d'ouverture du cours de M. Wheeler sur les Insectes sociaux et le cours tout entier vient d'ailleurs de paraître sous le titre : « *Les Sociétés d'Insectes, leur origine, leur évolution* ».(Encyclopédie scientifique, G. Doin, éd.,1926).

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

ses particularités orthographiques, — traduite en anglais, annotée copieusement par un maître de la myrmécologie, et présentée en une édition des plus élégantes (1). M. Wheeler a apporté à cette publication un soin minutieux, une compétence exceptionnelle et une véritable piété, inspirée par son admiration à l'égard de notre vieux naturaliste. Réjouissons-nous de l'hommage ainsi rendu à cette illustre mémoire, non sans un léger regret qu'il ait dû venir de l'étranger.

L'existence de cette *Histoire des fourmis* n'était pas tout à fait inconnue. Elle avait été attendue des contemporains. M. Wheeler a inséré dans son livre une très intéressante lettre inédite, trouvée avec le manuscrit, et adressée à Réaumur, en date du 5 décembre 1743, lettre où Lyonnet, l'auteur bien connu de l'anatomie de la chenille qui ronge le bois de saule, parle avec une curiosité impatiente du tome VII de l'*Histoire des Insectes* et de l'étude sur les fourmis, qui doit s'y trouver. L'abbé de Lignac, un familier de Réaumur, la mentionne aussi, en 1751, dans ses *Lettres à un Américain*. Flourens, plus près de nous, en 1860, poussé à l'étude des œuvres de Réaumur par ses propres travaux sur l'instinct, avait examiné les papiers inédits des archives de l'Académie, et, dans un article du *Journal des Savants*, il donna quelques indications sur l'*Histoire des Fourmis*, et même quelques citations. M. Wheeler avait sur tous ses prédécesseurs l'avantage d'être un spécialiste de la myrmécologie et de pouvoir juger l'œuvre dans l'ensemble et le détail. Il n'a pas de peine à prouver que, publiée lorsqu'elle a été écrite, elle eût apporté un progrès considérable et fait avancer beaucoup la connaissance des fourmis, puisqu'il faut aller jusqu'au livre de Pierre Huber, paru en 1810, pour retrouver tout ce que Réaumur avait vu et compris dès 1740. M. Wheeler déclare en propres termes, qeu c'est le document myrmécologique le plus important du XVIII^e^ siècle.

Fig. 20. — Réaumur, né à la Rochelle en 1683, mort en 1757.

Le manuscrit de Réaumur, d'après la lettre de Lyonnet et surtout d'après une allusion qu'il renferme à la maladie du cardinal de Fleury, doit dater de la fin de 1742 et du début de 1743. Il comprend 69 pages, complétées par 11 pages de notes additionnelles, le tout numéroté de 79 à 157. Les notes montrent que l'auteur ne considérait pas sa rédaction comme absolument définitive; c'est ainsi que certaines d'entre elles mentionnent des dessins à faire, des observations et expériences à reprendre encore, ou à compléter. Les feuillets numérotés de 1 à 78, qui n'ont pas été retrouvés, constituaient probablement une introduction à placer en tête du septième volume de l'*Histoire des Insectes*, comme celles qui sont au début des six premiers volumes.

Je ne puis ici naturellement analyser l'*Histoire des fourmis* en détail. Tout en n'étant pas définitivement terminée dans la pensée de l'auteur, c'est cependant une rédaction sans lacune apparente, d'une lecture agréable et facile, comme toute l'œuvre de Réaumur. C'est l'étude des mœurs des fourmis qui y tient, de beaucoup, la plus grande place, et leurs habitudes sociales y sont particulièrement mises en valeur. Réaumur s'était efforcé de surprendre par l'observation directe leurs faits et gestes dans la fourmilière. Il les observait, à cet effet, dans des cloches à melon renversées et couvertes d'une feuille de carton, dans lesquelles il les

(1) *The natural history of ants, from an impublished manuscript in the Archives of the Academy of sciences of Paris, by René Antoine Ferchault de Réaumur, translated and annotated by* William Morton Wheeler. New-York et Londres (Knopf), 1926, 8° 280 p. avec portraits et fac-similé.

jetait en grand nombre pêle-mêle avec les matériaux de la fourmilière. Il les voyait ensuite s'installer et travailler. Il a pu ainsi faire nombre de constatations précises, faire justice de légendes accréditées et totalement inexactes, au moins pour nos espèces de France, telles que l'habitude qu'on leur attribuait d'emmagasiner des graines en sachant les empêcher de germer. Il a noté leur prédilection pour les substances sucrées, analysé leurs rapports avec les pucerons, constaté les luttes entre espèces ou colonies différentes. Il a reconnu exactement la nature et les rapports des différentes castes que, peu avant lui, Swammerdam n'avait pas su débrouiller. Il a, en particulier, fait, d'une façon précise et complète, la découverte des conditions de leur reproduction, et du rôle exact des ailes dans leur existence. La description du vol nuptial et des circonstances qui le suivent donnera une idée de la précision de ses observations, et de ses expériences, du souci qu'il avait de la preuve objective et de la saveur particulière de son exposé (1).

« Bien des raisons, dit-il, que je ne détaille pas encore concouraient à prouver que les petites fourmis ailées étaient des mâles; mais, pour en avoir une preuve incontestable, il fallait être parvenu à surprendre la femelle et le mâle joints ensemble. Inutilement ai-je cherché cent et cent fois à les voir dans cet état. Les fourmilières que je tenais dans des vases transparents ne m'ont rien montré de plus sur cet article que celles de la campagne, dont je ne pouvais voir l'intérieur qu'après les avoir bouleversées. Néanmoins, il est non seulement très certain que les petites fourmis ailées sont les mâles, mais il l'est encore que leurs accouplements, qui sont restés cachés pendant une longue suite de siècles, sont plus aisés à voir que ceux d'aucun autre insecte, qu'il n'est point qui se fassent dans des lieux plus éclairés et qu'ils se font souvent sous nos yeux; quoique les anciens aient donné des éloges à la pudeur de ces petits insectes, sur ce qu'ils ont cru que ce n'était que dans les ténèbres qu'ils se faisaient les caresses qui tendent à la multiplication de leur espèce.

« Peut-être, pourtant, n'eussè-je pas été instruit par le premier hasard, qui me mit à portée de voir deux fourmis accouplées, si j'eusse moins connu ces petits insectes, étant en route pour le Poitou et me trouvant sur la levée de la Loire, assez proche de Tours, dans un des premiers jours de septembre 1731; je descendis de ma berline, invité à me promener par la beauté du lieu, et par un air tempéré que la chaleur qu'il avait fait pendant le reste du jour rendait très agréable. Le soleil ne devait plus rester sur notre horizon que pendant une heure. Dans ma promenade, je vis beaucoup de petits tas de grains sablonneux et terreux élevés au-dessus des trous qui conduisaient des fourmis à leur habitation souterraine. Plusieurs de celles-ci se trouvaient alors en dehors, elles étaient rou-

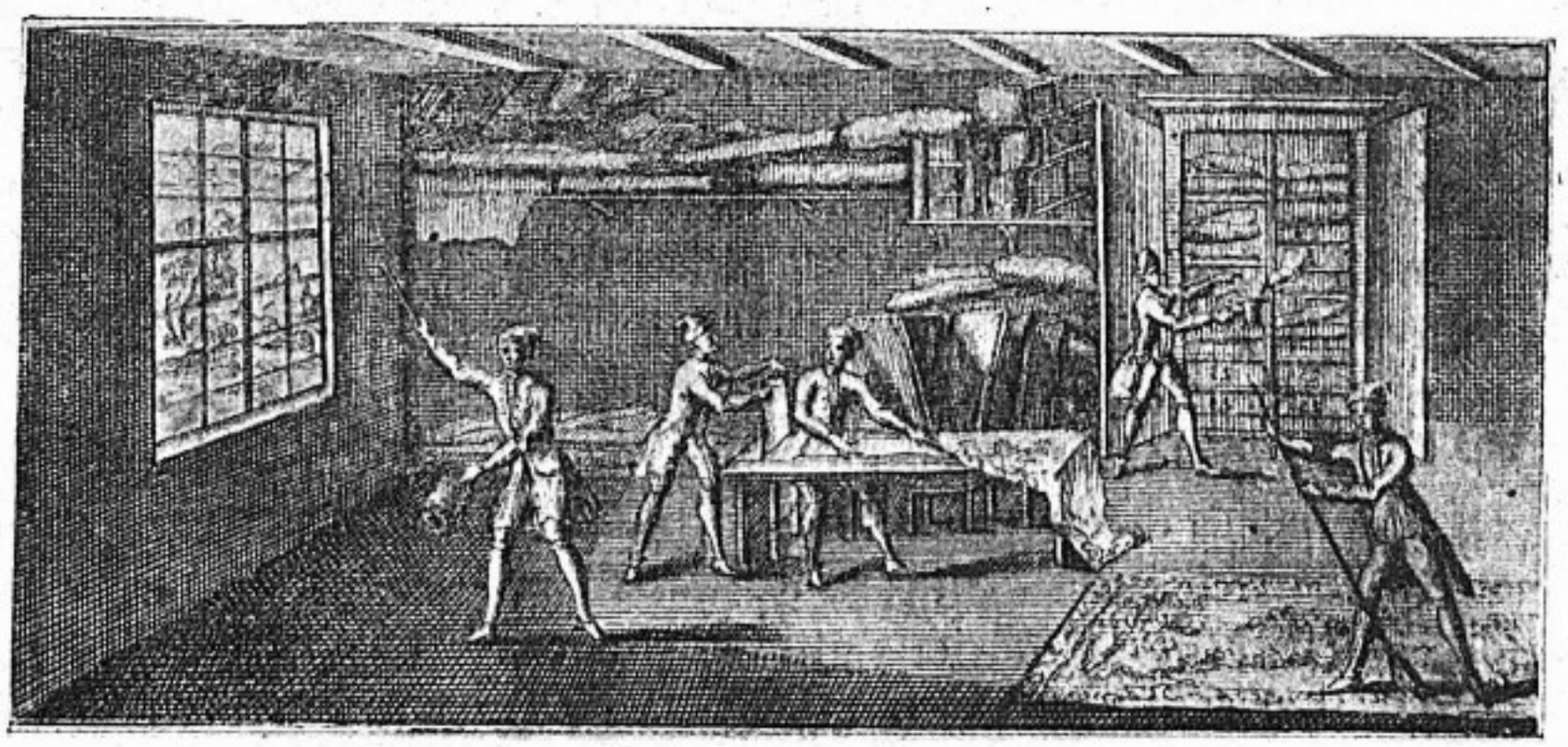


Fig. 21. — La chasse aux insectes parasites (Extrait de l'Histoire des Insectes)

ges, ou plutôt rousses, et d'une grandeur médiocre. Je m'arrêtai à considérer plusieurs de ces monticules de terre, et je remarquai sur chacun, parmi les fourmis non ailées, des fourmis ailées de deux grandeurs fort différentes, les unes n'avaient pas le corps plus gros que celui des fourmis sans ailes, et à en juger à la vue simple une des autres devait peser plus de deux ou trois de ces dernières. Sur cette belle levée où je me promenais avec plaisir, paraissaient en l'air dans des endroits peu éloignés les uns des autres des petites nuées de gros moucherons qui volaient très vite en tournoyant, et qu'on devait soupçonner être des cousins ou des tipules ou des mouches papillonnacées. Souvent la petite nuée se tenait dans l'air à une hauteur où la main pouvait atteindre. Je me servis d'une des miennes pour prendre de ces mouches, et j'en pris à bien des reprises différentes. Toutes celles dont je me rendis maître ne devaient pas m'être difficiles à reconnaître pour ce qu'elles étaient; c'étaient des fourmis ailées, semblables à celles que je trouvais à chaque pas sur les petits tas de terre. Mais une remarque qui est aussi essentielle qu'aisée à faire, c'est que je les prenais presque toujours par paire. Non seulement j'en trouvais presque toujours dans ma

(1) P. 76. — J'ai rétabli ici l'orthographe actuelle; l'édition de M. Wheeler est entièrement conforme au manuscrit. L'espèce dont il est question est, d'après M. Wheeler, *Myrmica rubra*-L.

main une grosse et une petite, le plus souvent je les y trouvais jointes ensemble, et je les y tenais du temps sans qu'elles se séparassent. La petite était posée sur la grosse, comme dans les accouplements des mouches ordinaires le mâle l'est sur la femelle. Le derrière de la petite fourmi était recourbé pour s'appliquer sur celui de la fourmi femelle; et il y était si adhérent qu'il fallait avoir recours à la force pour l'en séparer. Le corps de ce petit mâle n'avait qu'à peine la moitié de la longueur de celui de sa grosse femelle, aussi ne pouvait-il couvrir que la partie postérieure du corps de celle-ci. Je pressai le corps de quelques-unes des grandes fourmis et j'en fis sortir des grappes d'œufs.

« ... Depuis, il m'a été aisé d'avoir dans mes mains des fourmis jointes de presque toutes les espèces de ce pays...

« C'est donc au milieu des airs que doivent se célébrer les noces de ces fourmis qui passent la plus grande partie de leur vie sous terre.

« ... Je me suis quelquefois tenu auprès d'une fourmilière dont une partie des habitantes étaient ailées, sur les deux ou trois heures après-midi pendant qu'elle était échauffée par les rayons du soleil. Alors les fourmis ailées des deux différentes tailles sortaient de terre. Elles se rendaient sur le toit, pour ainsi dire, de leur habitation; là, après avoir été bien réchauffées elles faisaient plusieurs tours de différents côtés, sans que j'aie observé que les petites ailées attaquassent les grandes par des agaceries, sans que j'y aie vu aucun tendre prélude. D'instant en instant, il s'envolait quelqu'une, soit grosse, soit petite; bientôt on pouvait remarquer que l'air des environs s'en emplissait. Bientôt on y pouvait apercevoir des grosses qui en avaient une petite au derrière; non seulement donc elles se tiennent en l'air pendant qu'elles sont accouplées, mais c'est dans l'air qu'elles s'accouplent. Pour l'ordinaire, une femelle n'y reste pas seule longtemps, j'ai lieu de le juger ainsi sur ce qu'outre la femelle jointe à un mâle que j'avais compté y prendre, et que j'y prenais sans qu'ils se séparassent l'un de l'autre, il m'est quelquefois arrivé de prendre en même temps deux ou trois autres mâles, qui, jaloux du sort du premier auraient apparemment voulu le débusquer, ou qui attendaient peut-être qu'il laissât vacante une place qui était l'objet de leurs ardeurs...

« Il a donc été établi que les ailes sont nécessaires aux fourmis tant mâles que femelles pour s'accoupler et il semble qu'elles ne leur aient été fournies que pour cette seule fin. Au moins, il est certain que les femelles ne conservent pas longtemps les leurs après qu'elles ont été fécondées; les mâles se défont aussi des leurs mais il y a apparence qu'ils les gardent plus longtemps... »

Réaumur rapporte ensuite les expériences précises qu'il a faites pour constater que mâles et femelles perdent bien leurs ailes spontanément, peu après le vol nuptial.

Parmi beaucoup d'autres observations remarquables que renferme l'*Histoire des fourmis*, je mentionnerai encore celles qui concernent l'élevage des larves. Réaumur a, en particulier, abordé le problème de la fondation des colonies et y a apporté des données intéressantes. Isolant dans un poudrier des femelles qui viennent de perdre les ailes, il s'est attaché à surprendre leur ponte et à suivre le sort de leurs larves. Et l'on voit, dans ce qu'il dit de ses résultats, avec quelle sagacité il sait distinguer ce qui est réellement prouvé de ce qui ne l'est pas.

« Mes observations, dit-il, ainsi (1) ne m'ont pas encore mis en état de décider si les républiques de fourmis comme celles des guêpes sont fondées par une seule mère sans le secours d'aucune ouvrière ou si elles le sont par une ou plusieurs femelles à la suite desquelles se sont mises plusieurs ouvrières pour se charger de tous les travaux... Au reste, je suis plus disposé à croire que dans les nouveaux établissements des fourmis, comme dans ceux des abeilles, il y a toujours des ouvrières et cela parce que la

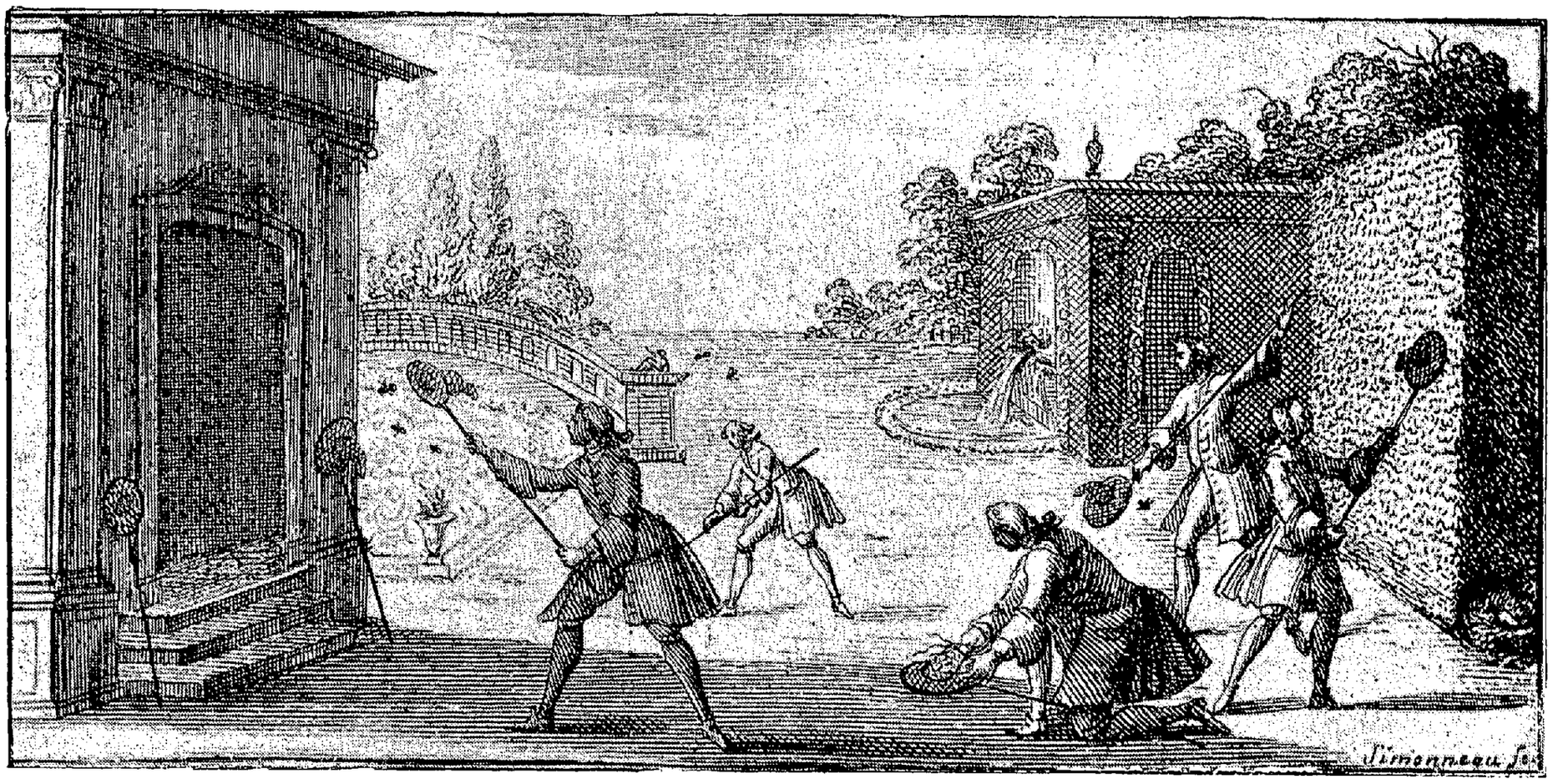


Fig. 22. — La chasse aux insectes (Extrait de l'*Histoire des Insectes*)

(1) Page 88.

même mère pond une très grande quantité d'œufs à la fois ou en peu de temps; or les vers qui en sortent étant incapables d'aller chercher les aliments qui leur sont nécessaires, il est de toute nécessité qu'ils soient apportés; et c'est à quoi il ne paraît guère possible que la mère puisse suffire. Ceux qui sont nés dans mes poudriers y ont toujours péri longtemps avant que d'être parvenus en état de se métamorphoser, ce que j'attribue en partie à ce que la mère ne pouvait seule les fournir d'aliments. Elle aurait eu besoin d'être aidée par des fourmis sans sexe. »

La prudence de Réaumur en cette circonstance est d'autant plus sage que, comme le fait remarquer M. Wheeler, dans l'espèce étudiée, la première ponte est en réalité peu nombreuse et que la femelle peut, sans aide d'ouvrières, l'amener à complet développement, à l'aide de sa seule salive. La formation des nouvelles colonies de fourmis est d'ailleurs une des questions les plus difficiles à élucider encore aujourd'hui.

Les nombreuses notes que M. Wheeler a placées à la suite du texte de Réaumur en constituent un commentaire ne laissant rien à désirer pour l'information. Elles précisent ce que le mémoire renfermait de nouveau pour son époque, les espèces exactes auxquelles se rapportent les diverses observations, et, quand il y a lieu, elles indiquent les points où l'avenir n'a pas confirmé les vues de l'auteur. Grâce à ces notes, l'œuvre de Réaumur se trouve très exactement replacée dans le développement de la myrmécologie.

Certes, il n'était pas besoin de la publication de ce travail pour fixer la place de Réaumur comme observateur de la nature vivante et comme expérimentateur. Elle nous apporte seulement une preuve nouvelle de ses éminentes qualités; publiée vers 1745, l'*Histoire des fourmis* eut marqué un progrès considérable et fécond dans la connaissance de ces êtres (1).

Réaumur a élargi beaucoup les connaissances de son temps en histoire naturelle, et son œuvre se distingue par sa solidité et son exactitude. M. Wheeler, qui est un de ses fervents admirateurs, se réclame très justement du jugement de Huxley : « de l'époque d'Aristote à maintenant, dit Huxley, je ne connais qu'un homme qui se soit montré l'égal de M. Darwin dans le champ de la recherche, et c'est Réaumur. » Huxley l'égale à Darwin pour l'ampleur et l'extension de ses travaux sur les animaux et les plantes, la minutieuse exactitude de ses observations et la qualité des idées philosophiques qui l'ont guidé.

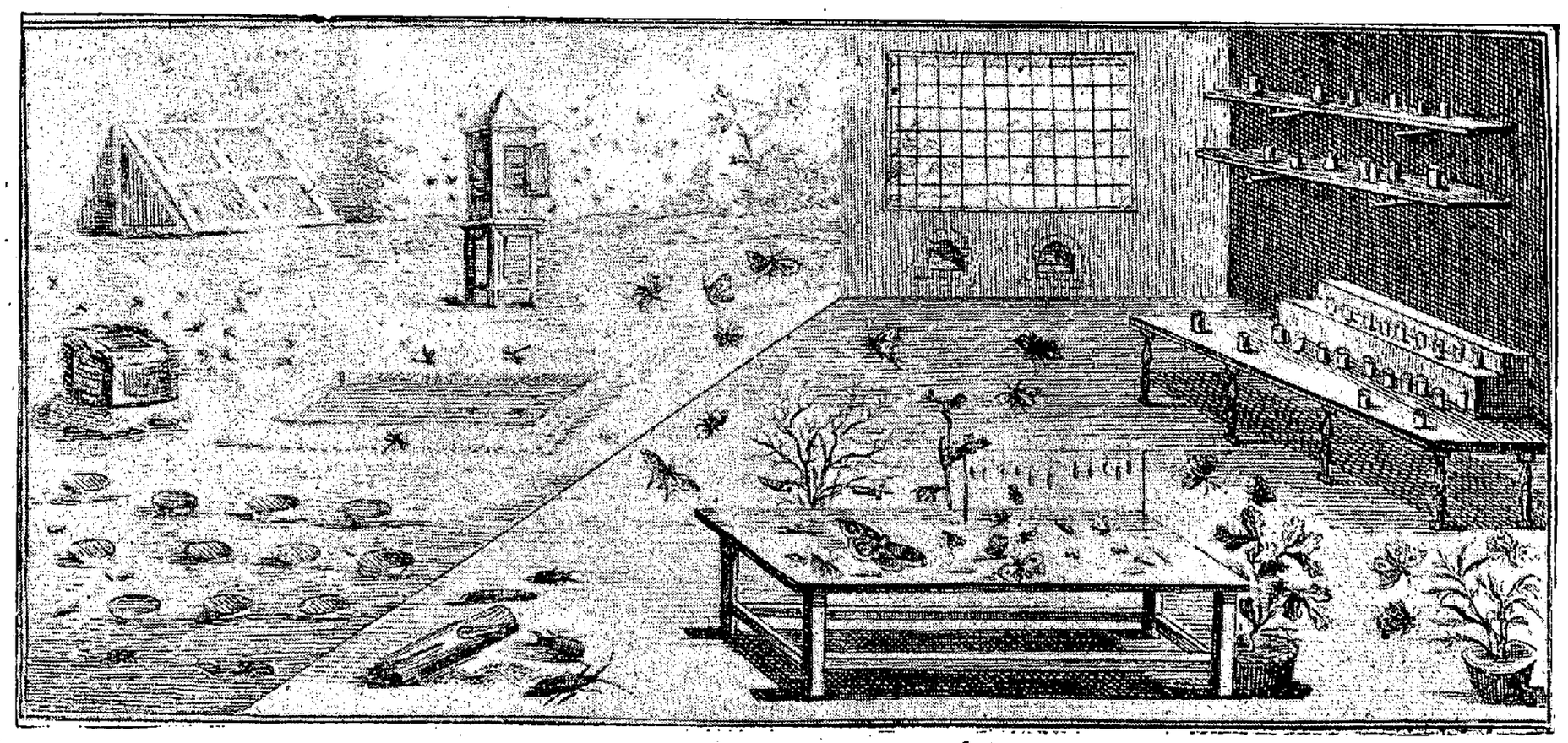


Fig. 23. — Le laboratoire (Extrait de l'*Histoire des Insectes*)

Dans la science française du XVIII^e^ siècle, le nom de Buffon, dans le domaine de l'histoire naturelle, s'oppose souvent au sien. Les deux personnalités de Buffon et de Réaumur se sont d'ailleurs heurtées avec assez de vivacité et même d'aigreur. Réaumur, vieillissant quand Buffon prenait son essor, souffrit certainement de l'ascension de son rival et de son dédain.

(1) Peut-être, dans les autres papiers inédits de Réaumur, notamment dans les mémoires sur les Coléoptères, qui semblent avoir dû former, avec l'*Histoire des Fourmis*, le tome VII de l'Histoire des Insectes, y a-t-il des fragments, qui, tout en ayant un caractère rétrospectif, mériteraient aussi d'être publiés. Les entomologistes français ne seront-ils pas tentés par l'exemple de M. Wheeler, d'examiner ces manuscrits et les dessins qui y sont joints ?

M. Wheeler se demande même si là ne serait pas la cause profonde de l'arrêt regrettable dans la publication de l'*Histoire des Insectes*. Aujourd'hui on peut juger sans passion l'œuvre de ces deux hommes. Elles procèdent de tendances opposées. Réaumur est essentiellement un esprit positif, un observateur connaissant directement la nature, sachant la fouiller dans le détail et en analyser la complexité par l'expérimentation méthodique. On ne saurait trop le louer d'avoir été, au XVIIIe siècle, un vrai expérimentateur en biologie. Buffon, esprit surtout philosophique, a dédaigné cette minutie et cette précision, pour ne s'intéresser qu'aux ensembles et aux vastes conceptions. Servi par l'intuition plus que par des connaissances précises, il a certainement devancé souvent son temps dans le domaine des idées et préparé les voies de la philosophie zoologique. Mais, sans vouloir le rabaisser, on peut trouver plus solide et plus efficacement utile l'œuvre exacte d'un Réaumur, dont la sagacité minutieuse réalisait des acquisitions définitives. C'est ainsi que se franchissent réellement les étapes du progrès. Et aujourd'hui, d'ailleurs, l'œuvre de Réaumur, en particulier l'*Histoire des Insectes* et celle des fourmis que M. Wheeler vient de nous révéler, reste bien plus proche de la science contemporaine que la pompeuse *Histoire naturelle générale et particulière*, de Buffon.

Maurice CAULLERY,
Professeur à la Sorbonne.

LA PRÉLOCOMOTION CHEZ LE JEUNE ENFANT AVANT LA MARCHE BIPÈDE

Tout le monde sait bien que beaucoup de petits enfants sont déjà capables de se mouvoir, de se transporter assez vite d'un endroit à un autre, avant qu'ils ne marchent à proprement parler, c'est-à-dire avant qu'ils ne puissent se tenir debout et progresser par des mouvements alternatifs et rythmés des jambes. La plupart des physiologistes et des médecins ont signalé simplement que, avant la marche bipède, certains enfants ont l'habitude de ramper ou de se traîner sur les mains et les genoux, mais sans distinguer les modalités de ces premières manifestations locomotrices, sans les analyser, sans en rechercher la signification, les causes et le mécanisme. C'est ce que je vais tenter de faire.

Je propose de donner le nom de *Prélocomotion* (1) aux mouvements intentionnels initiaux exécutés par l'enfant pour changer de place, pour se transporter d'un endroit à un autre, avant que la coordination motrice ne soit complète dans les muscles des membres inférieurs et simultanément dans ceux de la colonne vertébro-crânienne. Cette coordination motrice est indispensable pour assurer l'équilibre dans la station verticale et pour permettre la marche bipède.

Mais je dois vous rappeler d'abord que le nouveau-né gisant dans son berceau, sera incapable, pendant des mois, d'exécuter aucun mouvement coordonné de ce genre. Laissez-moi vous remettre sous les yeux le tableau que Buffon a tracé du petit enfant qui vient de naître. « Si quelque chose est capable de nous donner une idée de notre faiblesse, dit-il, c'est l'état où nous nous trouvons immédiatement après la naissance. Incapable de faire encore aucun usage de ses organes, et de se servir de ses sens, l'enfant qui naît a besoin de secours de toute espèce ; il est, dans ces premiers temps, plus faible qu'aucun des animaux ; sa vie incertaine et chancelante paraît devoir finir à chaque instant, il ne peut se soutenir ni se mouvoir, à peine a-t-il la force nécessaire pour exister. » Et plus loin Buffon ajoute : « Cherchons par quels degrés cette machine délicate, ce corps naissant et à peine vivant, vient à prendre du mouvement, de la consistance et des forces » (2). C'est ce que je voudrais faire ici, en vous faisant assister aux phases multiples et complexes du développement des fonctions locomotrices.

Le jour où l'enfant commence à marcher seul, sans appui ni soutien, s'est lâché, comme on dit vulgairement, marque un événement important, je dirai presque solennel, pour les mères. Toutes gardent le souvenir de l'âge où les organes du mouvement ont fonctionné normalement pour faire les premiers pas. L'enfant qui va marcher debout, comme ses générateurs, devient ainsi un membre actif de la famille ; c'est la vie active qui se superpose à la vie végétative. Les mères sont justement fières si leurs bébés marchent de bonne heure, car c'est un indice de robustesse. L'âge de la marche est très variable, suivant les cas et suivant les familles, car, là aussi, l'hérédité joue son rôle ; mais il est habituel, si la croissance est normale, que les enfants fassent leurs premiers pas, de 11 à 13 mois. Bien des facteurs interviennent pour avancer ou retarder les fonctions locomotrices, mais je ne veux pas aborder aujourd'hui ce sujet, qui est plutôt du

(1) Ce terme nouveau en physiologie me paraît nécessaire pour désigner la locomotion initiale, et n'a pas été encore employé dans ce sens.

(2) BUFFON. *Histoire Naturelle*. Chapitre de l'enfance de l'homme.

domaine de la pathologie. Ce que l'on peut dire de plus général, c'est que l'âge de la marche est en rapport avec le développement du poids et de la taille ; encore cette règle comporte de nombreuses exceptions.

Mon intention est de démontrer que la marche bipède n'est pas, tant s'en faut, la manifestation initiale de la fonction locomotrice dans le premier âge, et que la prélocomotion, comme je l'ai nommée, mérite d'être mieux connue et mieux étudiée, aussi bien au point de vue pratique qu'au point de vue théorique.

D'abord, on ne doit pas oublier que vers 7 à 8 mois le cerveau de l'enfant a doublé son poids ; il pèse 800 gr. environ au lieu de 400 gr. à la naissance. Avec cet accroissement rapide de l'organe des fonctions psychiques, les sensations se sont perfectionnées et les perceptions se sont étendues. L'enfant a déjà des désirs, des caprices à satisfaire, il a même des impulsions volontaires vers les objets qui lui plaisent et qui sont éloignés de lui ; mais il ne dispose encore que de faibles moyens locomoteurs, puisqu'il est incapable de se tenir en équilibre et de progresser dans la station verticale ; il a la conscience instinctive de la faiblesse de ses membres inférieurs, et il cherche à y suppléer en coordonnant temporairement les mouvements de ses quatre membres, pour se transporter vers le but qu'il veut atteindre. Le plus souvent il se traîne en rampant sur les mains et les genoux, plus rarement il marche à quatre pattes, comme un petit quadrupède, sans que ses genoux touchent le sol ; parfois il se déplace dans la station assise en glissant sur le siège.

On s'est peu préoccupé jusqu'à présent de distinguer ces différentes manifestations de la prélocomotion. Elle n'a pas fixé l'attention de Marcy qui a si bien étudié la locomotion dans la série animale. Si l'on excepte le traité de Gerdy, qui date de près d'un siècle (1), les physiologistes, ces derniers temps, ont presque délaissé ce sujet. Cependant, Morgan Rotch (de Boston), a reproduit dans son livre sur les maladies de l'enfance plusieurs photographies pour démontrer l'ordre dans lequel se coordonnent les premiers mouvements locomoteurs (2).

Il a fait représenter un nouveau-né dont la tête est ballante sur les épaules et le même enfant, à deux mois et demi, qui tient déjà sa tête en équilibre sur la colonne vertébrale ; un autre âgé de huit mois qui restait dans la station assise, un autre, enfin, âgé de dix mois, rampant sur les mains et les genoux et même se dressant debout contre une chaise. Mais d'autres observations plus anciennes, nous le verrons plus loin, avaient été faites en France sur l'ordre successif de la coordination des mouvements musculaires dans la partie supérieure et inférieure de l'organisme des nourrissons.

On ne sera pas surpris que la force musculaire coordonnée soit plus tardive dans les membres inférieurs, car ceux-ci sont relativement moins développés, à la naissance, que le tronc et les membres supérieurs.

Cette particularité n'avait pas échappé à Aristote. « Chez les enfants, d'après lui, la partie supérieure du corps est volumineuse, l'inférieure est petite; aussi les enfants rampent, car tous les enfants sont nains. A mesure qu'on avance en âge les parties inférieures se développent chez l'homme. » (1).

Dans ces derniers temps on a mesuré avec précision les proportions relatives des régions sus- et sous-ombilicales du corps, à diverses périodes de l'enfance. Daffner a constaté qu'à la naissance la partie sus-ombilicale avait 27 c. 6 et la sous-ombilicale 23 cent. seulement. A trois ans ces proportions sont déjà renversées, la partie sous-ombilicale atteint 47 cent. et la partie sus-ombilicale 44 cent. Ce changement est dû à l'accroissement des membres inférieurs bien plus rapide après la naissance que pendant la vie fœtale (2).

Dans cet ordre d'idées, c'est Billard qui a le mieux montré les conséquences physiologiques du faible développement des membres inférieurs dans les premiers mois de la vie. Ce médecin d'enfants, célèbre au commencement du siècle dernier, a poursuivi des recherches très rigoureuses sur ce sujet, à l'Hospice des Enfants assistés de Paris, dans le même service que j'ai dirigé plus tard. Il a démontré la manière successive suivant laquelle se développent et se coordonnent les fonctions locomotrices d'abord dans les muscles du cou et des membres supérieurs, puis dans ceux de la colonne vertébrale et du tronc, enfin dans ceux des membres inférieurs (3).

Billard a signalé que la tête encore vacillante à la naissance, par suite de la faiblesse musculaire, dès deux mois et demi, était maintenue en équilibre sur l'atlas par l'action des muscles du cou et de la nuque. Il avait remarqué que les mouvements dans les membres supérieurs des nouveau-nés, ont assez de force et de précision pour leur permettre de serrer les objets avec leurs petites mains, et même de s'y

(1) Traité pratique et didactique de Physiologie, par Gerdy, 1829.

(2) Hygienic and medical treatment of children, t. I, p. 118.

(1) Aristote, en note pour la traduction de Daremberg des œuvres de Galien, t. I, p. 236. Cité par le Dr Noir dans le Concours médical 1926.

(2) G. Variot. La croissance chez le nourrisson. Accroissement pondéral et statural, 1925.

(3) Billard. Traité des maladies des enfants à la mamelle.

cramponner. On a mesuré au dynamomètre les effets de cette force initiale. Ce même observateur a indiqué aussi que, vers six mois, la station assise sur les ischions devient possible par la contraction simultanée des muscles redresseurs de la colonne vertébro-crânienne et des muscles antérieurs de la paroi abdominale. L'enfant a déjà pris de la force dans les reins, comme on dit vulgairement. Ce n'est en général que de huit à neuf mois qu'on parvient à faire tenir un nourrisson debout sur les jambes, en le soutenant sous les aisselles. Dès lors il commence à se dresser dans son berceau ou dans sa petite voiture.

Billard a poussé plus loin ses recherches en précisant les conditions anatomiques qui expliquent la précocité des mouvements dans les membres supérieurs, relativement aux membres inférieurs. « Si la préhension, dit-il, est déjà possible à la naissance, c'est que la clavicule, l'humérus et les os de l'avant-bras sont suffisamment développés, tandis que le bassin, fort étroit et encore cartilagineux, n'offre pas aux membres inférieurs un point d'appui assez solide, ni au tronc une base de sustentation assez large pour que la station debout et la marche puissent avoir lieu. »

Nous savons, en effet, que le développement du squelette et des muscles est connexe ; le ralentissement de l'ossification dans les os du bassin et des membres inférieurs contribue au retard de la locomotion. Aussi, jusqu'à 6 à 8 mois les mouvements se réduisent à la flexion et à l'extension des cuisses sur le bassin, des jambes sur les cuisses, des pieds sur les jambes, mais sans coordination et sans but. Par contre, dès les premiers mois, les nourrissons se servent plus ou moins adroitement de leurs mains pour saisir les objets, les porter à la bouche et même pour jouer.

Nous pouvons tirer parti de ces belles observations sur l'ordre successif suivant lequel se coordonnent les mouvements locomoteurs, pour bien comprendre pourquoi l'enfant, lorsqu'il a des velléités de se transporter d'un endroit à un autre, avant que son équilibre dans la station verticale soit assuré, doit chercher une autre base de sustentation que celle des pieds. Billard, d'ailleurs, n'a pas étudié les formes diverses de la prélocomotion ; il n'a pas analysé cette combinaison instinctive des mouvements des membres supérieurs et inférieurs pour marcher à quatre pattes, ou en rampant sur les mains ou les genoux, ni les balancements du tronc, les manœuvres complexes dans la station assise pour se propulser en avant.

Je dois indiquer maintenant que, d'après les observations personnelles que j'ai poursuivies à la Goutte de lait de Belleville, depuis plus d'une année, les manifestations de la prélocomotion sont loin d'être constantes.

Nous contrôlons dans cette grande consultation la croissance de près d'un millier de nourrissons par an. il m'a donc été aisé de choisir 80 enfants chez lesquels j'ai pu suivre et enregistrer non seulement les phénomènes de prélocomotion, lorsqu'ils se présentent, mais aussi les premières phases de la marche bipède. J'ai eu là un vaste champ d'observation que les anciens médecins n'avaient pas à leur disposition, puisque la création des premières Gouttes de lait remonte à 1892. Sur les 80 nourrissons que j'ai choisis pour les étudier à ce point de vue, 38 ont présenté des manifestations variées de prélocomotion et 42 sont parvenus à marcher debout sans ramper. Quant à la proportion des trois types de prélocomotion que j'ai distingués, elle est la suivante : 3 seulement ont présenté la marche à quatre pattes proprement dite, 17 normaux ont rampé sur les genoux et les mains, 5 rachitiques floridés ont rampé de la même manière, enfin 13 ont commencé de progresser dans la station assise.

La prélocomotion ne coïncide pas, comme on pourrait le supposer, avec un retard du développement général de l'organisme ; elle est plus commune chez les enfants vifs et robustes que chez les atrophiques. Il est difficile d'expliquer pourquoi certains enfants commencent à ramper avant la marche bipède, et pourquoi d'autres parviennent d'emblée à se déplacer debout et à faire leurs premiers pas.

Peut-être la force musculaire dans la colonne vertébro-crânienne est plus précoce et plus grande chez ces derniers, ce qui assure plus tôt leur équilibre dans la station verticale. — Les mères redoutent quelquefois que la progression rampante ne soit une mauvaise habitude qui retarde les enfants pour marcher normalement. Il n'en est rien, la prélocomotion est un exercice préparatoire qui favorise plus tôt le développement des muscles. Dès que l'enfant sent une force suffisante dans ses membres inférieurs et dans les muscles du rachis, il commence à se dresser debout, en prenant d'abord un point d'appui avec les mains contre les meubles ou contre les murs, cherchant à assurer ainsi son équilibre dans la station verticale.

Je vais tracer le tableau des trois principaux types de la prélocomotion que j'ai distingués en mettant en œuvre les nombreuses observations que j'ai faites à la Goutte de lai de Belleville.

1° La marche a quatre pattes proprément dite.

Cette variété de prélocomotion est plutôt rare, puisque je ne l'ai rencontrée que trois fois sur 80 enfants. Elle consiste dans une progression, la paume des mains appuyée sur le sol, les doigts

et le pouce écartés, les pieds ne portant que sur les orteils, les genoux et le siège relevés. L'enfant marche comme un petit quadrupède, comme un petit ours, disent parfois les mères. Gerdy n'avait pas eu l'occasion d'observer la vraie marche à quatre pattes, à cause de sa rareté, et, dominé par des idées arrêtées sur la dissemblance de l'homme et des animaux, il en a nié l'existence. Il admettait seulement la marche rampante sur les mains et les genoux, que nous étudierons plus loin et il croyait à tort que tous les enfants traînaient les jambes derrière eux, sans que les pieds servent à la progression. Chez la plupart des enfants, au contraire, les pieds ne restent pas inertes, les orteils se fléchissent pour pousser le corps en avant. A ce propos, Gerdy a soulevé une question de doctrine qui intéresse les anthropologistes. Il rappelle d'abord la fameuse énigme du sphinx : Quel est l'être qui marche à quatre pieds le matin, à deux au midi et à trois le soir ? C'est l'homme qui s'appuie sur un bâton dans la vieillesse, pour assurer ses pas chancelants.

Il refuse d'accepter la marche à quatre pattes, qui rapprocherait l'homme des animaux et qui pourrait être considérée comme un vestige ancestral. Il s'élève donc, contre les philosophes qui, « à force de réfléchir et de raisonner, raisonnent quelquefois plus mal que le vulgaire qui connaît les choses telles que la nature les lui présente, les redit naïvement telles qu'il les voit, sans s'efforcer de deviner ce que la nature ne dit pas elle-même. Ces philosophes se sont avisés de proclamer que l'homme qui marche partout la tête élevée vers le ciel et foulant la terre de ses pied, ne doit cette majestueuse attitude qu'à la civilisation, et que, dans la vie sauvage, il repose sur le sol par ses quatre membres, comme les animaux quadrupèdes. » J'ai voulu citer textuellement ce passage pour montrer combien Gerdy était préoccupé par la doctrine que Lamarck avait formulée dans sa *Philosophie zoologique*, prétendant qu'il suffirait de redresser un quadrumane, un anthropoïde pour en faire un homme.

Gerdy qui, on le sait, était un anatomiste si distingué, ne manquait pas d'arguments pour combattre les idées de Lamarck, alors nouvelles. Il connaissait bien tous les détails de la conformation du squelette et de la musculature qui démontrent que l'organisation de l'homme est adéquate à la station bipède. Il ne devait pas ignorer non plus les belles recherches de Daubenton qui, dès 1764, avait déterminé la situation et la direction du trou occipital chez l'homme, comparativement avec les animaux, et qui avait démontré que, dans le type bipède, les condyles de l'occipital et le bord antérieur du trou occipital, sont situés vers le milieu de la base du crâne. Par suite de cette disposition anatomique la tête repose en équilibre, sans nécessiter d'effort, sur la colonne vertébrale ; celle-ci étant verticale, il en résulte que le plan du trou occipital est sensiblement horizontal. Chez les quadrupèdes, au contraire, la tête tend sans cesse à retomber en avant, entraînée par son propre poids ; les condyles s'articulent ainsi avec l'extrémité d'une tige horizontale, le trou regarde non plus en bas, mais en arrière, en même temps qu'il recule jusqu'à l'extrémité postérieure de la base du crâne, pour venir parfois même se placer, comme chez le cheval, sur la face postérieure du crâne redressée verticalement. Le plan du trou occipital fournit donc un caractère essentiel en crâniologie comparée, puisqu'il permet de reconnaître la position de la tête sur le rachis, et par suite l'attitude habituelle de l'animal. Daubenton a mesuré les degrés d'inclinaison du plan du trou occipital, à l'aide d'un angle qui porte son nom. Cet angle est formé par le plan horizontal du trou occipital et par un autre plan passant par le bord postérieur du trou occipital et venant en avant rejoindre le bord inférieur de l'orbite. Cet angle, ouvert en avant, est presque nul chez l'homme, de 0 à 3° ; il s'élève brusquement à 37° si on le mesure chez le chimpanzé, il atteint 80° chez le chien et même 90° chez le cheval. Broca a modifié le procédé de mensuration de l'angle orbito-occipital ; il a rectifié les résultats obtenus par Daubenton ; d'après lui, l'ouverture de l'angle serait de 10° chez l'homme, de 35° chez le chimpanzé, de 46° chez le gorille.

On a relevé encore bien d'autres différences anatomiques entre la conformation de l'homme et celle des quadrumanes. Les muscles fessiers et les muscles du mollet acquièrent dans l'espèce humaine un grand développement, en rapport avec l'attitude bipède ; ces groupes musculaires sont très réduits chez les anthropoïdes. Enfin, chez ces derniers, la marche à quatre pattes, qui est normale et permanente, offre un caractère bien distinct de la marche à quatre pattes éphémère chez les jeunes enfants.

Ceux-ci projettent les mains en avant, la paume posée à plat sur le sol, les doigts et le pouce étendus et écartés, tandis que les anthropoïdes prennent leur point d'appui sur la face dorsale des doigts fléchis (1). Gerdy avait donc de sérieuses raisons pour rejeter les idées de Lamarck qui sont adoptées aujourd'hui par les transformistes. *Os homini sublime dedit, cœlum que tueri jussit*, disait déjà le poète latin.

Gerdy a eu le mérite incontestable d'attirer l'attention sur les premières manifestations lo-

(1) Cependant chez les pithréciens (macaques, cynocéphales) beaucoup plus éloignés de notre espèce que les anthropoïdes, la marche quadrupède a lieu la paume des mains appuyée sur le sol.

comotrices, bien qu'il n'eût que des données incomplètes et même inexactes sur leurs diverses formes.

La durée de la progression à quatre pattes, précédant la marche bipède, varie de 1 à 3 mois en général, comme dans les autres types de prélocomotion.

2° La progression rampante sur les mains et les genoux.

Ce deuxième type de prélocomotion est le plus commun de tous et mérite d'être distingué de la marche à quatre pattes avec laquelle il est généralement confondu. L'enfant s'avance en projetant alternativement les mains à plat sur le sol, le pouce et les doigts écartés et en fléchissant les cuisses sur le bassin, les genoux portant par terre. Tantôt les pieds traînent sur la face dorsale, presque inertes, comme l'avait remarqué Gerdy, mais plus souvent les orteils sont fléchis pour pousser le corps en avant avec la pointe des pieds.

Il est des enfants qui ne se servent que d'un seul genou pour progresser, l'autre jambe étendue sur la cuisse avec les orteils fortement fléchis pour la propulsion ; il est habituel que le bout des chaussures soit usé par ces mouvements répétés ; dans cette attitude le *vertex* n'est pas toujours tourné en avant ; l'enfant a une tendance à renverser la tête en arrière, en contractant les muscles de la nuque pour regarder devant lui et se diriger vers le but qu'il veut atteindre. On est souvent étonné de la rapidité de cette prélocomotion ; des bébés suivent leur mère comme des petits chiens dans l'appartement, circulent même sous les meubles et doivent être surveillés très strictement.

Dès que la force s'est accrue dans les muscles de la colonne vertébrale et des membres inférieurs, dès que la coordination motrice se complète, vers 9 à 10 mois, l'enfant tente de se dresser, en s'appuyant avec les mains contre les meubles ou contre les murs (1). L'acte du relèvement ou du redressement a été analysé par plusieurs observateurs ; il s'effectue normalement, à partir du moment où l'équilibre dans la station verticale est assuré, lorsque l'enfant peut marcher sans soutien, c'est à dire de 11 à 13 mois en général.

En attendant il commence de progresser sur les pieds, en cherchant des points d'appui contre les objets qui l'entourent ; il s'appuie volontiers avec les mains contre une chaise qu'il pousse devant lui et parvient ainsi à faire ses premiers pas. L'usage des parcs qui tend à se répandre est recommandable ; il permet le redressement et prévient les chutes si communes dans ces circonstances ; il facilite beaucoup les premiers pas, car les mains se cramponnent en même temps au rebord du cadre.

(*A suivre.*)

Dr Variot,
Médecin honoraire de l'Hospice des Enfants assistés.

(1) L'illustre anatomiste hollandais Pierre Camper, dans un mémoire sur l'éducation physique des enfants (1761) s'exprime ainsi : « Il est habituel aux enfants de commencer de se traîner sur leurs quatre membres comme des quadrupèdes, jusqu'à ce qu'ils s'aperçoivent qu'ils ont assez de force pour soutenir le poids de leur corps ; alors ils se redressent et se hasardent peu à peu à marcher debout. »

LES PROGRÈS DES MOTEURS A COMBUSTION

On désigne sous le nom de moteurs à combustion, les moteurs dans lesquels le calorique est produit dans le cylindre même et d'une manière relativement lente et progressive, réservant le vocable, moteurs à explosion, pour ceux dans lesquels la combustion s'opère si vite, qu'elle peut être considérée comme si elle se faisait à volume constant.

Dans le cylindre d'un moteur à combustion, on ne comprime que de l'air et l'on atteint ainsi une pression et une température qui permettent la combustion de l'huile lourde, que l'on y injecte ensuite et qui brûle au fur et à mesure de son introduction *sous une pression relativement constante*.

Cette dernière machine a un rendement thermique satisfaisant : 30 à 35 o/o, alors que les rendements thermiques des machines à vapeur et des moteurs à gaz sont respectivement de 10 à 14 o/o et de 18 à 21 o/o.

Ce haut rendement s'explique par la forte compression préalable que l'on peut réaliser, puisque l'on ne comprime que de l'air au lieu d'un mélange tonnant. Mais ce n'est pas (comme on pourrait le croire) parce que Diesel, leur inventeur, a réussi à se rapprocher du cycle de Sadi Carnot ; c'était sans doute son intention, malheureusement, des difficultés pratiques l'obligèrent à s'en écarter notablement ; il avait revendiqué aussi, dans ses brevets de 1892 et de 1894, le principe de la combustion du charbon pulvérulent : il ne parvint à brûler que de l'huile lourde.

Il est assez piquant de constater, — comme nous l'avons déjà fait remarquer, ici, dans une étude sur l'utilisation des combustibles pulvérulents — que les frères Niepce avaient réalisé, en 1806, un moteur à combustion de poudre de lycopode ou d'un mélange de charbon pulvé-

risé et de résine, au sujet duquel, Lazare Carnot et Berthollet constataient que « tout l'effet du combustible est employé à produire la dilation qui sert de force mouvante », moteur que M. P. Clerget a reconstitué exactement et qui permet de constater des antériorités manifestes, en ce qui concerne notamment : le dosage mécanique du combustible dans une boîte d'injection ; l'injection même de ce combustible dans une chambre de combustion à l'aide d'une chasse d'air comprimé — premier exemple d'une compression préalable, dont S. Carnot devait montrer les avantages.

Mais la poudre de lycopode ne peut être l'objet d'une exploitation industrielle et, faute de trouver des combustibles pulvérulents non cendreux, on doit se féliciter de pouvoir brûler de l'huile lourde dans les moteurs à combustion.

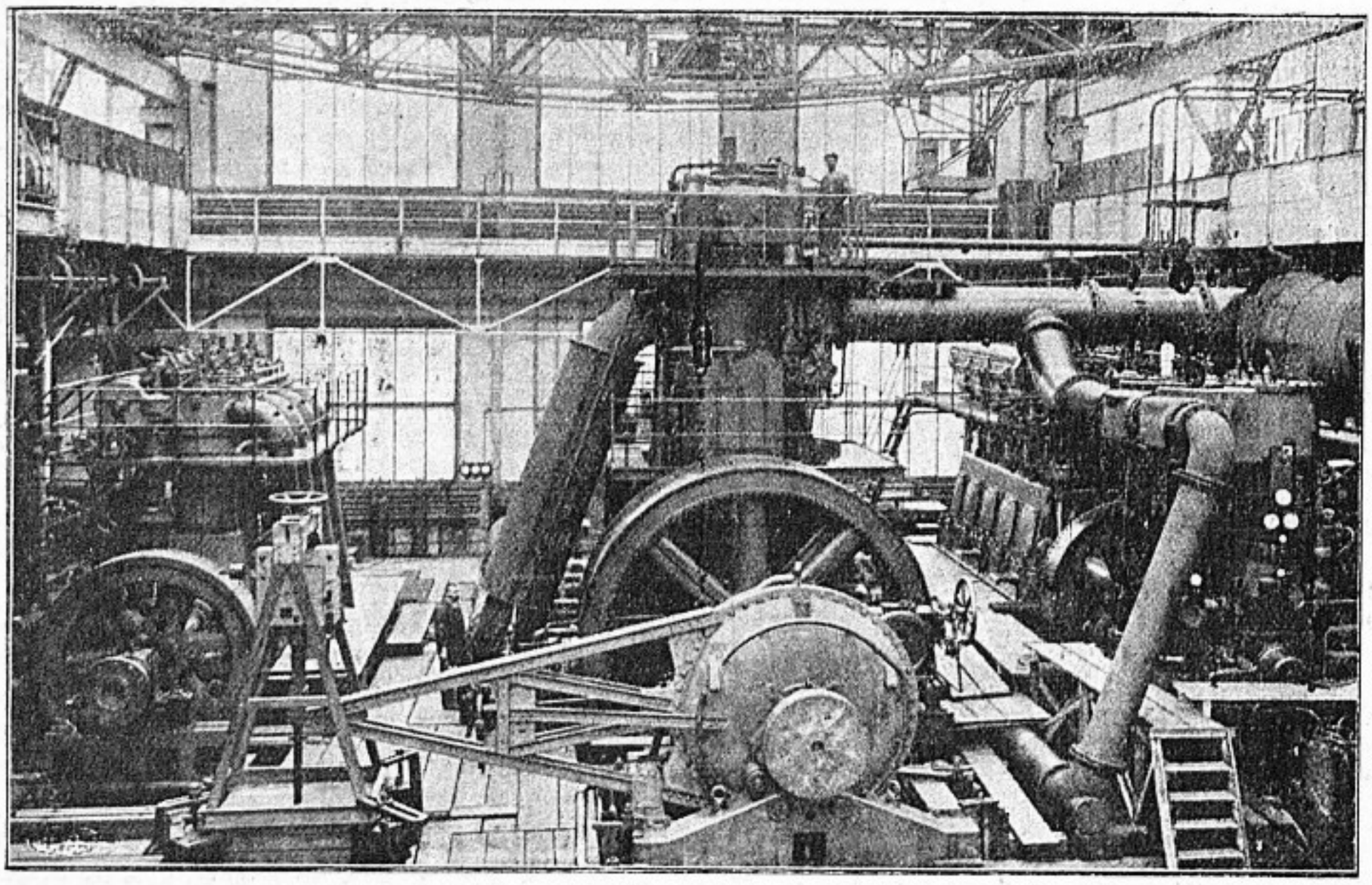


Fig. 24. — Moteur monocylindrique d'essai à 2 temps, d'une puissance de 2.000 C V eff. ayant servi de point de départ pour la construction des moteurs à deux temps de grande puissance.

Les huiles lourdes viennent du pétrole, des schistes, de la houille et du lignite. Une société a monté une installation — destinée d'ailleurs au traitement du lignite — qui fonctionnera tout entière à l'aide de la force motrice développée par trois moteurs alimentés à l'huile de lignite. Nous croyons que c'est la première application de ce genre en France.

On y trouve l'avantage de pouvoir consommer sur place les parties les moins précieuses des huiles, celles qui, par conséquent seraient plus fortement handicapées par les frais de transport (1). Ce n'est pas là une circonstance qui peut se rencontrer souvent, et si l'on installe ailleurs des moteurs à combustion, c'est pour d'autres raisons.

Commodes et simples, ils tiennent moins de place que les installations de turbines à vapeur avec leurs chaudières, mais ne peuvent lutter avec les bas prix de revient de l'énergie des turbines puissantes. Cependant, même dans les centrales à turbines, il est avantageux d'avoir des moteurs de secours, qui consomment de l'huile, dont les citernes sont moins encombrantes que des silos à charbon et dont le pompage est moins compliqué que les transporteurs mécaniques du combustible solide et de ses déchets (2). En outre, le démarrage à l'air comprimé, des moteurs à combustion, est instantané.

Si l'on considère la facilité de conduite, la

(1) L'importance de ces parties diminuerait si les procédés de traitement s'amélioraient. On parle depuis longtemps de méthodes catalytiques, mais leur avancement paraît bien lent.

(2) Signalons toutefois qu'en Amérique, les turbines à vapeur de *mercure* Emnet conjuguées avec des récupérateurs à vapeur d'eau vont sans doute donner un kilowatt-heure pour 2.500 calories, mais cela n'est pas encore un rendement industriel indiscutable.

suppression des chaudières, des cheminées, des fumées, la simplification des fondations, on s'explique la faveur de ces moteurs dans tous les cas où la force motrice doit se trouver à proximité des habitations ou même dans leur sous-sol (hôtels, magasins, etc.).

Les mêmes qualités, particulièrement la réduction de l'encombrement et du personnel, ont ouvert à ces moteurs l'accès des bateaux dont le tonnage utile se trouve augmenté par la suppression des chaufferies, des soutes à charbon, etc., etc.

Dans certains cas, d'ailleurs, le moteur à combustion peut être plus économique que la machine à vapeur, dont le rendement dépend — et de beaucoup — de l'habileté des conducteurs, tandis que le débit d'huile lourde, toujours proportionné à la charge, s'annule pendant les arrêts. Un petit moteur consomme, au cheval-heure, une masse d'huile qui ne diffère pas beaucoup de la consommation spécifique d'un moteur de grande puissance, on peut donc installer la force motrice près des machines d'utilisation, et cette décentralisation peut avoir certains avantages.

Sans doute, les gaz de l'échappement emportent encore trop de chaleur, mais on peut s'en servir pour réchauffer de l'eau et même pour faire de la vapeur. N'a-t-on pas, d'ailleurs, combiné, dans le même cylindre, un moteur à combustion et une machine à vapeur ? — Ce nouvel engin, le *moteur Still*, commence à être appliqué sur les navires, sur les locomotives et à poste fixe.

Tous les avantages que nous venons de passer en revue, se retrouvent à des degrés divers, dans les différents moteurs à huile lourde du commerce.

Les moteurs de faible ou moyenne puissance sont souvent à quatre temps, le cycle à deux temps convenant aux grandes puissances afin de réduire l'encombrement.

L'industrie française est maintenant capable de construire des engins avec toutes les gammes de puissance, jusqu'à 4.000 chevaux, de sorte que l'on peut trouver toujours le moteur qui convient.

La construction de ces machines exige : une heureuse conception, un contrôle sévère des matériaux, et un usinage précis.

Sauf dans quelques cas particuliers, on emploie le dispositif vertical : chaque cylindre moteur à simple effet étant ouvert à la partie inférieure.

L'assemblage du cylindre avec la plaque de fondation comporte un bâti en A ou un carter qui « encaisse » d'ailleurs des efforts assez grands.

Ce dispositif ne gêne pas la dilatation du cylindre autour duquel l'eau de réfrigération peut circuler d'une manière rationnelle ; il supprime les presse-étoupes, simplifie la culasse, assure une forme convenable à la chambre de combustion, facilite le montage des soupapes, laissant toujours au centre, l'injecteur de combustible. La distribution — partie délicate, toujours à surveiller — est parfaitement accessible.

Les moteurs marins, se règlent à la main, mais ils ont un régulateur de sûreté qui coupe l'arrivée du combustible dès que la vitesse dépasse une limite déterminée. Dans les autres moteurs, en général, le débit du combustible est réglé automatiquement d'après la charge ; on peut, en outre, faire varier de 5 o/o la vitesse angulaire et cette commande peut s'effectuer du tableau même où l'on provoque le couplage des alternateurs actionnés par les moteurs.

Le combustible est insufflé à l'aide d'air préalablement comprimé dans un compresseur à plusieurs étages, qui fait corps avec le moteur et qui est commandé par le même arbre. Il existe maintenant des moteurs à combustion, dits à injection *solide* qui se passent de l'air d'insufflation, mais dans lesquels la combustion n'est peut-être pas aussi complète que dans les autres. Etant donné, cependant, les sujétions qu'entraîne l'insufflation par l'air à très haute pression, les moteurs à injection solide sont très employés pour les moyennes puissances. L'avenir montrera jusqu'où l'on peut pousser leur application.

De même, un service prolongé, seul, prouvera les qualités des moteurs à combustion de l'ordre de 300 chevaux-vapeur, dont la vitesse angulaire atteint 700 tours par minute, vitesse que les anciens constructeurs jugent excessive, mais qui a été heureusement réalisé dans un type mis au point dans une importante maison d'automobiles. Non pas qu'il soit impossible d'aller aussi vite et même plus vite, si la pulvérisation de l'huile est parfaite, mais cela dépend aussi de la qualité de cette huile et l'utilisation des huiles les plus lourdes et les moins chères ne souffre pas, semble-t-il, des vitesses excessives.

Le refroidissement des cylindres, des culasses et des compresseurs — et même des pistons dans les moteurs de forte puissance — se fait par circulation d'eau. On a employé l'huile pour le refroidissement des pistons, mais on s'est bien trouvé de l'injection d'eau dans une chambre ménagée à cet effet dans le corps du piston et cela même lors de marches forcées, ce dernier dispositif supprime les articulations et les presse-étoupes, nécessaires autrement.

Nous ne pouvons insister sur des organes dits accessoires, qui ont cependant une réelle importance, comme ceux qui assurent le filtrage et la réfrigération de l'huile, ni sur le choix des métaux qui conviennent le mieux aux conditions de travail de chaque pièce.

L'usinage présente évidemment une grande importance et doit se faire par les meilleures méthodes, à l'aide de calibres et d'appareils de contrôle permettant de fabriquer les pièces rigoureusement interchangeables, indispensables pour l'approvisionnement des rechanges. Quelles que soient, en effet, les qualités d'un moteur et les soins pris dans sa construction, il y a toujours un certain nombre de pièces qui s'usent plus vite que les autres et qu'il faut songer à remplacer ; il y a aussi des organes un peu fragiles dont il faut avoir le double.

Un type étant établi, les moteurs de série sont ensuite construits suivant les meilleures règles, puis soumis à des essais de vérification. On peut ainsi contrôler avec précision, jusqu'à 10.000 ch., les puissances en charge des gros moteurs et les consommations correspondantes. On utilise pour cela des freins hydrauliques, composés chacun d'un stator et d'un rotor, munis d'alvéoles où une circulation d'eau détermine des frottements qui absorbent la puissance du moteur conjugué avec le rotor ; le stator tend alors à tourner, mais il est maintenu en équilibre par un dynamomètre qui donne, à chaque instant, une mesure du couple-moteur. Ce dispositif Froude est une heureuse modification du frein de Prony.

Il existe, d'ailleurs, d'autres appareils pour la vérification des puissances et des consommations spécifiques. On se contente souvent de faire commander, par le moteur soumis aux essais et à l'aide d'une courroie, une génératrice électrique dont on connaît la caractéristique des rendements ; on utilise parfois une dynamo-dynamomètre ; ces dispositifs ne sont d'ailleurs pas spéciaux aux moteurs à combustion interne.

Grâce à tous ces soins, les moteurs à combustion, qui consomment des huiles lourdes et que l'on désigne souvent sous le nom de moteurs Diesel, moteurs super-Diesel — ces derniers étant les moteurs à injection, dite solide — ont reçu un grand nombre d'applications.

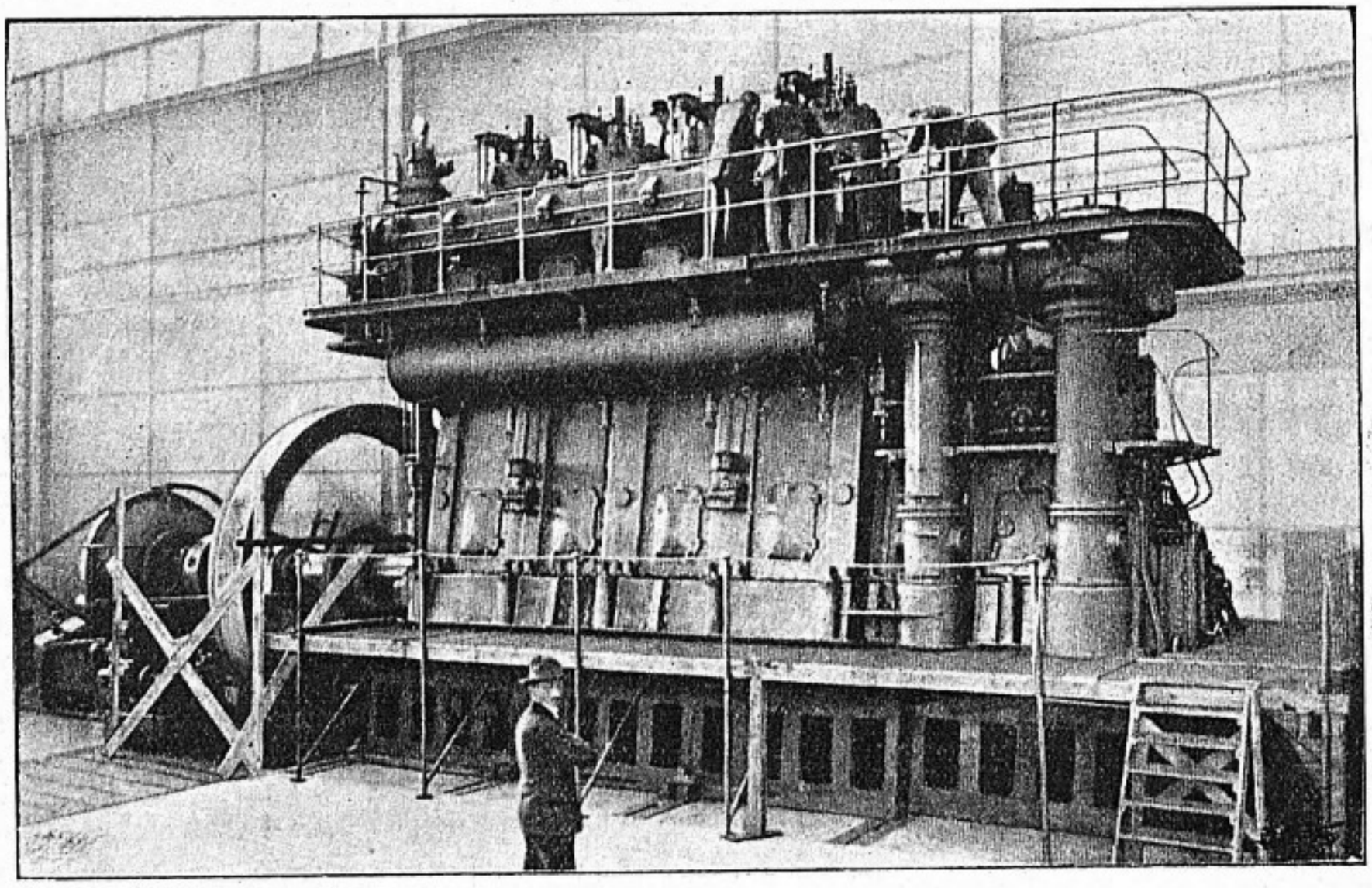


Fig. 25. — Moteur Diesel de 1.500 C V eff. sur le Stand d'essais aux Usines Sulzer de St Denis.

On les trouve dans les centrales électriques, dans les usines de pompage et de refoulement des eaux, dans les installations frigorifiques, dans la plupart des industries : filatures, tissages, papeteries, minoteries, mines, forges, aciéries, etc.

Ils ont commencé la conquête des navires. Les voiliers les utilisent comme moteurs de secours ; sur les bateaux à vapeur même, on les emploie pour commander des génératrices électriques. D'ailleurs, le moteur à combustion ne peut avantageusement commander directement les propulseurs et il vaut toujours mieux passer par l'intermédiaire de génératrices et de moteurs électriques, afin de donner aux hélices la vitesse la plus convenable. L'association des moteurs Diesel et de transmissions électriques de leur

puissance aux propulseurs et autres engins du bord, est en faveur en Amérique, notamment sur les bateaux dragueurs.

Il existe des locomotives électriques où le courant est produit *in-situ* par une génératrice actionnée à l'aide d'un moteur à combustion (fig. 26). Cet équipement, dit *pétroléo-électrique*, toutes choses égales d'ailleurs, réduit de six-dixièmes au moins, les frais de traction d'un train. On trouve aussi des équipements de ce

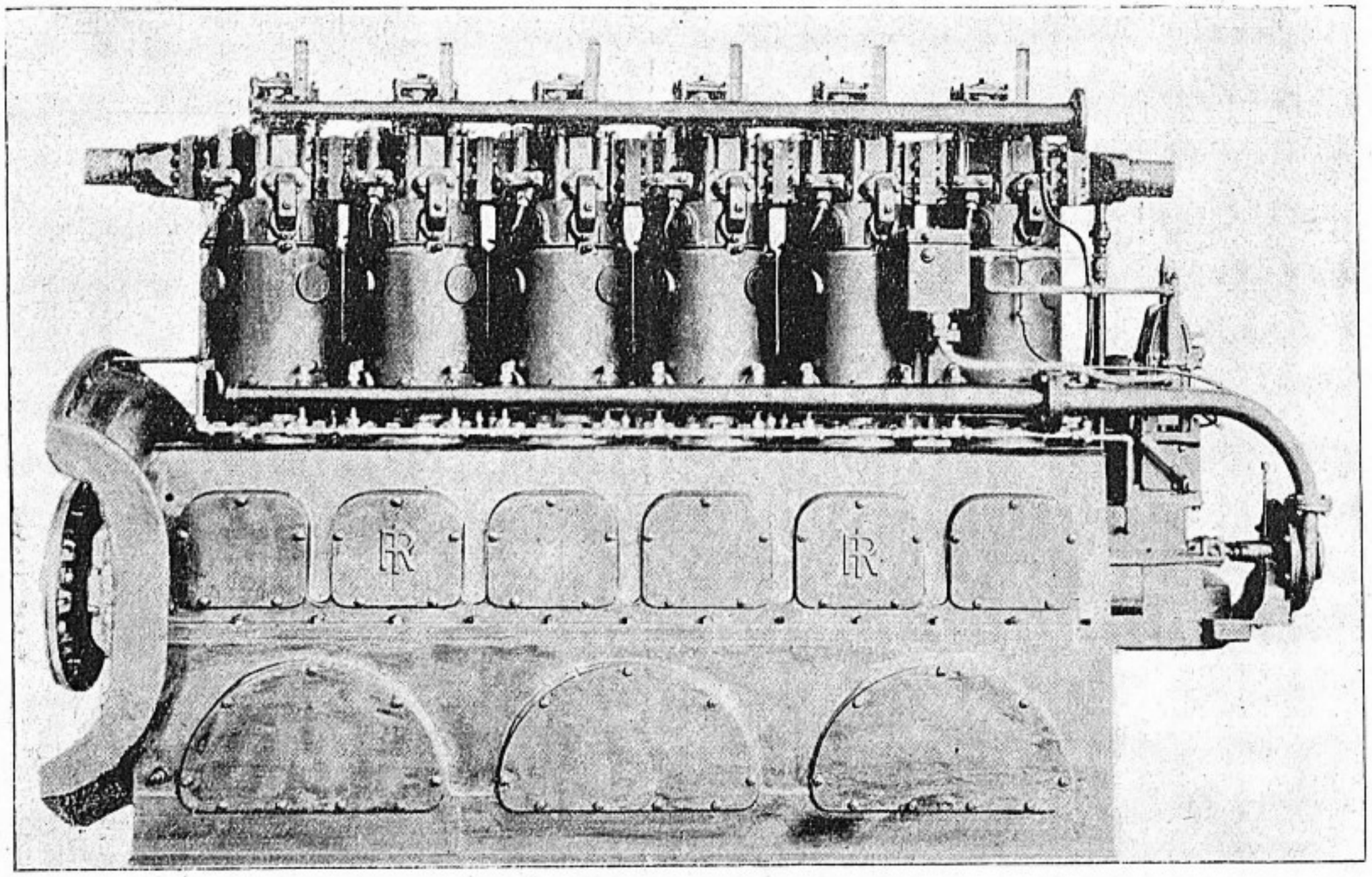


Fig. 26. — Moteur à huile Ingersoll-Rand 300 C V à 600 tours par minute pour locomotives pétroléo-électriques

genre sur les voitures qui transportent les voyageurs (1).

Ainsi, ces moteurs peuvent être installés partout et fournir, sous un faible encombrement, une force motrice considérable à bon marché (200 gr. environ d'huile lourde par cheval-heure), avec plus de sécurité que les moteurs à explosion.

Le moteur à combustion comprend maintenant des types de toutes les puissances, c'est un moteur économique et sûr et il semble qu'on ne puisse rien souhaiter de mieux dans la plupart des cas.

Pourtant, on peut désirer : que des moteurs analogues au moteur Still, qui permet de récupérer en grande partie, les chaleurs perdues, se multiplient, particulièrement dans les installations puissantes ; que les moteurs à injection solide, qui évitent les inconvénients de l'insufflation par air comprimé à haute pression, deviennent aussi économiques que les autres et brûlent complètement leur combustible ; que les vitesses angulaires s'accroissent assez pour permettre des applications aux automobiles. C'est de cette manière que l'on pourrait alléger des engins qui restent très lourds et, peut-être (dans un avenir qui ne paraît pas très prochain), les utiliser sur les avions où ils diminueraient les risques d'incendie. Nous avons examiné, dès 1915, un projet d'essai assez raisonnable d'un moteur Diesel spécial pour les avions de bom-

(1) On utilise également sur voies ferrées des moteurs à essence, l'expérience prouve que cet emploi doit se limiter aux locotracteurs qui font les manœuvres dans les gares. Mais, en raison du prix élevé de l'essence il ne semble pas que l'utilisation de ces engins à la remorque des trains légers puisse être plus avantageuse que la vapeur : il s'en faut de beaucoup actuellement.

L'emploi de moteurs Diesel serait beaucoup plus économique, mais les transmissions de la puissance de ces moteurs aux roues ne sont pas encore parfaitement au point et ne peuvent assurer la régularité et la sécurité de marche qu'exige un service public ; la réalisation de la souplesse, désirable pour la traction, ne peut se passer — actuellement, du moins — du secours des équipements électriques.

bardement et il est regrettable, pour l'avancement de la Technique, que ce projet n'ait pas été suivi d'exécution. D'un autre côté, il resterait à réaliser le premier dessein de Diesel, l'utilisation d'un combustible pulvérulent... mais cela est plus difficile encore que l'allègement.

Edmond MARCOTTE.
Ingénieur-conseil.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

La Géométrie d'Einstein est-elle plus intuitive que celle d'Euclide ?. — Jusqu'aux recherches de Gauss sur les surfaces courbes et aux travaux de Lobatchewski et de Bolyai sur une géométrie indépendante du postulat classique des parallèles, non seulement la géométrie d'Euclide était la seule qu'on avait conçue, mais encore on ne pensait même pas à la possibilité d'une géométrie différente. Par son indépendance logique et sa féconde application aux sciences expérimentales, la géométrie symbolisait l'alliance de la raison et de l'expérience. Et cette alliance semblait si naturelle qu'on n'a jamais songé à la contester, mais bien à la justifier et à l'expliquer.

Mais la découverte des géométries non-euclidiennes, la démonstration de leur validité logique, et plus récemment encore, leur remarquable application à la théorie de la relativité, ont soulevé des questions épistémologiques et cosmologiques de la plus haute importance. Parmi celles-ci le caractère intuitif de la géométrie einsteinienne est, certes, un des problèmes les plus controversés. Si l'on admet l'adaptation des formules de Riemann, développées par Einstein à la description de l'Univers, on se refuse à considérer cette adaptation autrement que comme un échafaudage de symboles mathématiques. Malgré l'évidence des principes de la relativité que l'on accepte, on répugne devant l'effort mental nécessaire pour *se représenter* la nouvelle figure du Monde. Et l'on aboutit ainsi à cette contradiction psychologique que, d'une part, on accepte une certaine description de l'Univers, et de l'autre, ou lui nie toute valeur intuitive, qualité que l'on réserve uniquement à la géométrie d'Euclide.

Or, il n'y a pas de raison fondamentale pour que l'espace euclidien, c'est-à-dire l'espace possible le plus simple, soit identiquement congruent à l'Univers extérieur qui, lui, est loin d'être pur en raison de la présence des champs de force. En effet, pour parvenir à la notion d'espace pur, il faut partir de l'expérience sensible qui se heurte à chaque pas à des champs de forces et ne nous donne en aucune façon cet espace pur, homogène et isotrope. C'est l'esprit qui, en travaillant sur les données complexes de l'extension physique présentées par l'expérience, la dépouillent de ces champs de force qui la déforment pour aboutir au concept d'espace pur, d'espace euclidien. Mais, en faisant ce travail de dégrossissement, l'esprit enlève à l'espace toutes ses qualités sensibles. En conséquence, il serait absurde de soutenir que le produit de cette opération puisse s'appliquer *in toto* au monde extérieur.

D'où la nécessité de compléter cet espace pur euclidien au moyen d'hypothèses physiques pour le rendre applicable à l'expérience. C'est ce que montre d'ailleurs l'histoire des cosmogonies modernes depuis l'hypothèse de l'attraction universelle de Newton jusqu'à celle de la contraction de la matière de Lorentz. L'identification de la géométrie euclidienne avec celle de l'Univers ne saurait donc être un dogme philosophique. L'extension pure sans attributs sensibles appartient à l'ordre conceptuel. Il en est de même de la géométrie euclidienne qui, seule, convient à notre intuition de l'extension pure. Mais alors, pour décrire l'Univers sensible tel qu'il est dans sa complexité et ses déformations, il faut choisir parmi les divers espaces possibles celui dont le paramètre lui cause des déformations analogues. Or, les travaux d'Einstein et de ses continuateurs, montrent que c'est l'espace de Riemann généralisé qui convient le mieux à l'Univers. Ainsi, avec cette géométrie non euclidienne, le possible et le réel s'adaptent l'un à l'autre d'une façon remarquable.

Adaptation, il est vrai, ne veut pas dire identification : nous ne cherchons pas à réduire la matière à l'étendue. Cet idéal cartésien ne saurait se réaliser, car les éléments qualitatifs de la matière et les éléments quantitatifs de l'étendue appartiennent à des niveaux différents. Dans toute adaptation du physique au réel, celui-ci dépassera toujours celui-là. Mais il est bien légitime de chercher à diminuer leur écart; ou, ce qui revient au même, de réduire à sa plus simple expression le complément physique nécessaire à une géométrie non-euclidienne pour que celle-ci donne une image aussi exacte que possible de l'Univers. C'est ce qu'a réussi à faire Eddington en particulier, par l'unification du champ gravifique et du champ électromagnétique. Cette synthèse, si elle complique la géométrie de l'Univers au profit de la physique, constitue du moins un grand progrès; car la recherche de l'unité de la science répond à une tendance fondamentale de l'intelligence humaine.

Mais, le fait d'avoir pu appliquer avec succès la géométrie de Riemann généralisée à l'Univers préjuge-t-il en faveur du caractère intuitif de cette géométrie que l'on considérait jusqu'ici comme une ingénieuse algèbre ? Nous avons dit que l'espace physique, qui est rempli de matière soumise à la gravitation, ne saurait être rigoureusement euclidien. En effet, la matière intervient dans l'Univers en produisant des sortes de plissements qui changent la forme de l'espace de distance en distance, et cet espace se ferme en prenant une forme quasi sphérique, tout en retenant ses trois dimensions. La matière mondiale façonne, en quelque sorte, l'espace physique qui la contient et en détermine la courbure moyenne. Or, nous venons de donner la définition de l'espace einsténien.

Une fois en possession de ce concept spatial, il n'est guère besoin, en le vidant de tout contenu matériel et de tout champ de gravitation, de le corriger, de lui donner des coups de pouce pour le déformer et aboutir ainsi à l'espace euclidien. Nous pouvons bien le concevoir indépendamment de toute matière et de tout champ de gravitation sans avoir besoin pour cela de lui changer sa forme. Rien ne nous empêche donc de transférer cet espace courbe tel quel dans l'ordre conceptuel. Cette dissociation de l'espace physique et de l'Espace euclidien, qu'on avait l'habitude de confondre, nous permet de voir que l'Espace non-euclidien de la théorie de la relativité est ainsi intuitif que celui d'Euclide, n'aurait plus que

l'un et l'autre ne conservent que trois dimensions. Notons ici que dans la théorie de la relativité, ce n'est pas l'espace qui acquiert trois dimensions, mais l'Univers ou Espace-temps. L'Univers, l'espace physique et l'espace euclidien sont donc trois choses qu'il faut se garder de confondre. De plus, elle nous montre l'espace non-euclidien d'Einstein s'adapte plus exactement à l'Espace sensible, puisque nous pouvons passer directement de l'un à l'autre sans avoir besoin d'un intermédiaire qui sera ici l'Espace simple d'Euclide.

La confusion qui entoure le caractère intuitif de la nouvelle figure du Monde provient d'une fausse interprétation, croyons-nous, de la quatrième dimension. Or, que représente celle-ci dans la theorie de la relativité? La représentation des mouvements de la matière, ou, si l'on veut la localisation d'un événement dans l'Univers, a toujours exigé deux facteurs inséparables : l'Espace à trois dimensions et le Temps à une dimension. Et pourtant l'on se représentait l'Univers avec trois dimensions seulement; car si le temps intervenait nécessairement dans toutes les formules de la mécanique, on ne lui donnait pas la place qu'il mérite dans notre représentation du Monde. Jusqu'à présent nous faisions une coupe dans l'Univers pour séparer l'Espace et le Temps, et nous confondions l'Univers avec l'Espace physique. Mais comme l'unique attribut des mesures spatiales et temporelles est de servir de coordonnées aux événements de l'Univers, il convient de les réunir en un continuum à quatre dimensions où ils ne se distinguent que par leur mode de détermination de ces événements.

La portée de cette assimilation est considérable, car elle nous permet d'appliquer la géométrie à quatre dimensions au Monde sensible. Toutefois, ce n'est pas de la géométrie euclidienne à quatre dimensions qu'il s'agit ici, mais de la géométrie riemannienne à quatre dimensions représentés dans un espace courbe avec le temps comme quatrième coordonnée. La première, qu'on ne peut point se représenter, est le redressement, dans un espace imaginaire plan, de la géométrie ordinaire à trois dimensions considérée comme sa projection. Et cet espace imaginaire n'implique ni temps ni mouvement. Tandis que la seconde laisse à l'Espace ses trois dimensions et ajoute le Temps comme une quatrième dimension *à l'Univers*, qui est d'ailleurs composé, nous l'avons vu, de l'Espace et du Temps.

La nouvelle figure du Monde est donc profondément intuitive; et l'on se tromperait gravement en la considérant comme une simple théorie abstraite dépassant l'expérience. Si tous les systèmes de géométrie peuvent s'appliquer au Monde sensible pourvu qu'ils soient complétés par un cycle convenable d'hypothèses physiques, la géométrie de l'Univers sera celle dont les axiomes correspondent le plus exactement possible aux données de la connaissance sensible et qui exige le moins d'hypothèses possible pour retracer l'histoire de l'expérience physique. Or, nous avons montré que la géométrie non-euclidienne de Riemann généralisée correspond entièrement à ces besoins.

Point n'est besoin d'efforts d'imagination pénibles pour se représenter la nouvelle géométrie de l'Univers. Il suffit de rendre à la géométrie le sens primitif que lui reconnaît l'étymologie et l'histoire. Inventée pour mesurer la Terre et les mouvements des astres, la géométrie a vu son objet se rétrécir par suite de la systématisation que lui a fait subir Euclide. Dans son sens le plus exact, la géométrie ne doit pas être et ce n'est pas la science de *l'Espace pur*, qui n'est qu'un des Espaces possibles, mais la science de l'Espace *tout court*, que cet Espace soit entièrement pur ou qu'il soit affligé de déformations dues à la présence de paramètres (qu'on assimilera plus tard à des champs de forces). En méditant sur l'union idéale de l'Espace et du Temps dans une géométrie unique, on peut aisément s'habituer à penser en termes d'un Espace non-euclidien; et l'on finira alors par considérer l'Espace pur d'Euclide comme une limite idéale plus simple que nos représentations et plus difficilement adaptable aux données complexes de la connaissance sensible.

La révolution opérée dans le domaine de la pensée scientifique est tellement surprenante, il est vrai, que beaucoup d'esprits se refusent à réaliser l'effort mental nécessaire pour adopter les nouveaux points de vue sur la géométrie de l'univers. Leur instinct conservateur donne un trop grand prix à l'Espace homogène de Newton, à la distinction irréductible de l'Espace et du Temps, enfin au caractère absolu des notions fondamentales de physique qu'il leur faut sacrifier. Mais il n'en est pas moins certain que l'avenir appartient à ceux qui peuvent s'adapter facilement aux nouvelles théories sans attendre que leurs dogmes scientifiques soient complètement détruits par les progrès de la science.

THOMAS GREENWOOD, M. A., Ph. D., F. R. G. S.

Électricité

Un galvanomètre très sensible à valve électronique. — R. Jaeger et H. Scheffers, de la « Siemens et Halske Co» ont décrit dernièrement un galvanomètre très sensible utilisant un tube à deux grilles. Le schéma des connexions est donné par la figure 27. Le courant de charge d'espace i_3 de la grille interne et le courant d'anode i_2 ont toujours une somme égale au courant de saturation, de sorte que l'on a $i_3 + i_2 = \text{constante}$. Le courant i_3 passe dans la résistance R_3 et ainsi tend à abaisser le potentiel de la grille externe. Le courant i_1 que l'on veut mesurer passe dans la résistance R_1 et ainsi tend à élever le potentiel de la même grille. En définitive, le potentiel résultant $V_g = i_1 R_1 - i_3 R_3 + B$. Le potentiel fixe B peut être positif ou négatif. Dans le circuit d'anode, on a $i_1 = (V_g + a V_a) R_1$ où a et R_1 sont les constantes du tube, en supposant bien entendu que l'on se trouve sur la partie rectiligne de la caractéristique.

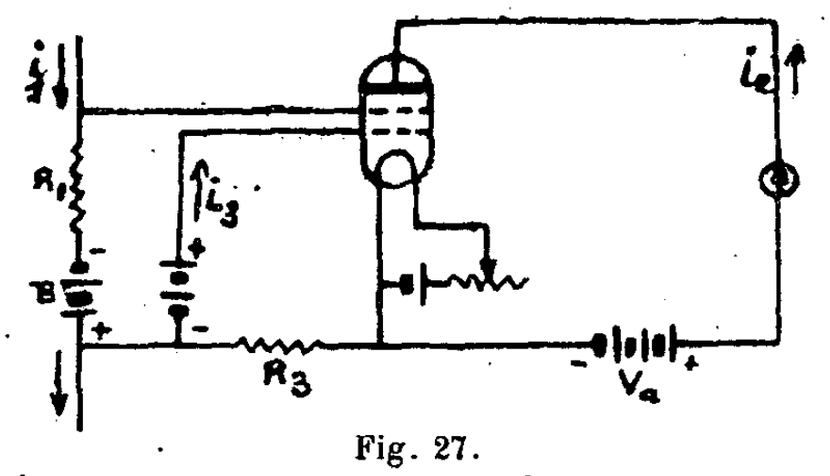


Fig. 27.

De ces équations, on tire

$$\frac{dV_g}{di_1} = \frac{R_1}{1 - \frac{R_3}{R_1}}$$

Si R_3 n'est pas très différent de R_1, cette expression est très grande, et une très petite variation du courant i_1 produit une très grande variation de V_g et par suite du courant d'anode qui peut être lu sur un galvanomètre sensible. L'effet de ce couplage par résistance est d'augmenter la pente de la caractéristique du tube et on peut

l'expliquer très simplement comme suit : le courant i_1 augmente le potentiel de la grille externe ; ceci produit une augmentation du courant d'anode, mais puisque le potentiel positif de la grille interne est tel que la somme de son courant avec celui de l'anode est égal au courant constant émis par le filament, l'augmentation du courant d'anode détermine une réduction du courant i_3, et par suite une chute de potentiel dans la résistance R. En fin de compte le potentiel de la grille externe est encore augmenté et ainsi de suite, les effets s'accumulant. On ne peut cependant pousser la sensibilité trop loin, par suite de la difficulté de maintenir constante la température du filament, mais en prenant des précautions, la valeur de R_3 peut être telle que la pente effective de la caractéristique soit égale à dix fois la pente normale.

P. Abadie.

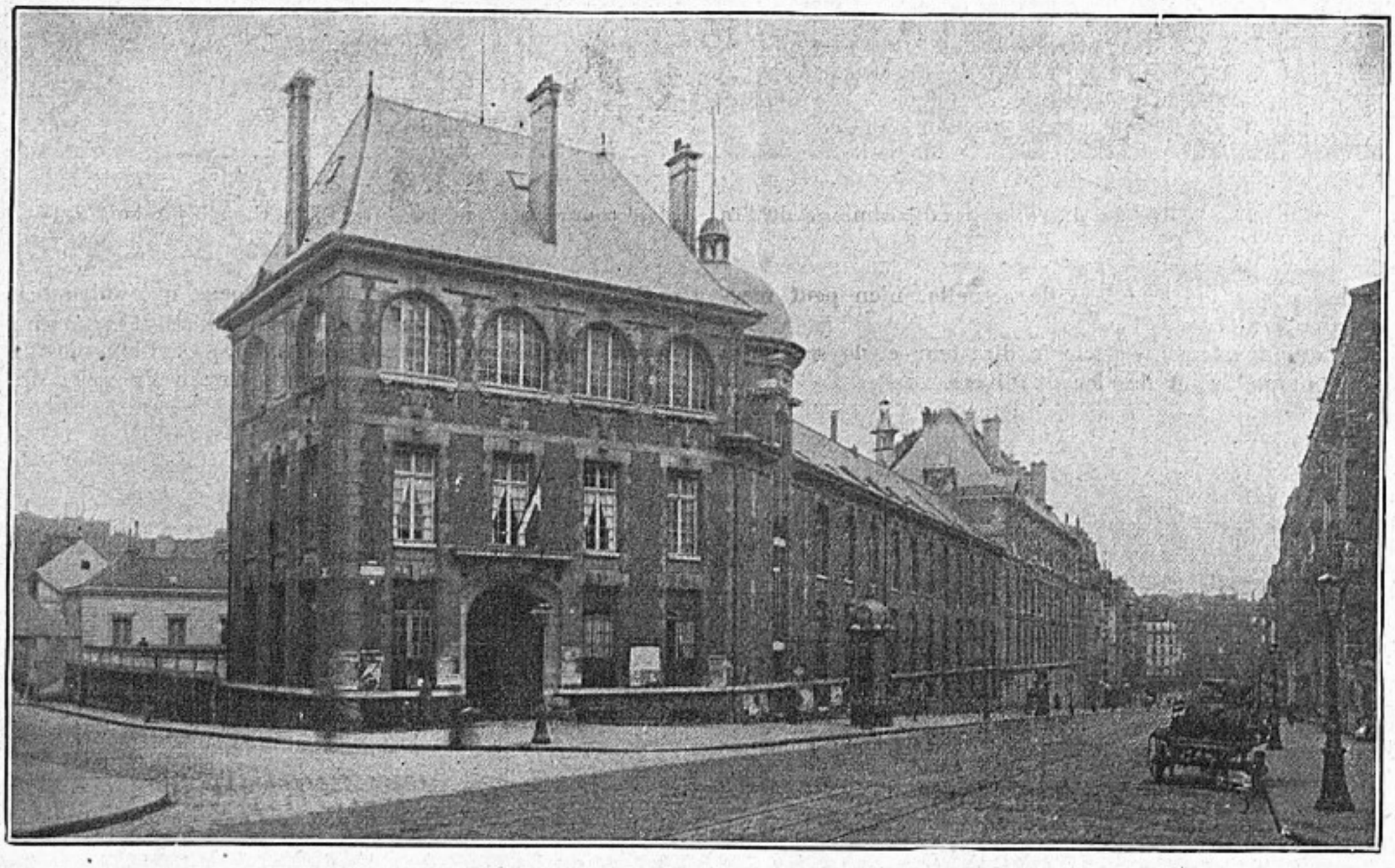


Fig. 28. — Façade de l'Institut Agronomique sur la rue Claude-Bernard

Enseignement

Institut National Agronomique. — L'Institut Agronomique vient de publier la 3e édition de ses Annales ; la première date de 1902 et la deuxième de 1917. Ces publications permettent de juger les progrès réalisés dans notre Ecole supérieure d'Agriculture qui s'est toujours appliquée à tenir son enseignement au courant des dernières découvertes de la science et de la technique. Une place de plus en plus importante est donnée aux applications, dans les laboratoires qui, malheureusement, ne sont pas assez nombreux, pour les diverses spécialités, ni même assez vastes pour que les élèves puissent y travailler sans gêne.

Cette nécessité a déjà motivé, en 1912, l'agrandissement des bâtiments en façade sur la rue Claude Bernard. Elle vient de provoquer la construction d'une aile nouvelle rue de l'Arbalète ; ces nouveaux bâtiments couvriront une superficie de 2.000 mètres carrés. Ils comprendront :

1° Deux amphithéâtres pouvant recevoir chacun 200 auditeurs. Superposés, ils occuperont le centre de la façade sur la rue de l'Arbalète ;

2° Un nouveau laboratoire de chimie analytique où pourront à la fois, avec ses annexes, manipuler 150 élèves. Il communiquera avec les sous-sols où se trouvera un laboratoire, comprenant une trentaine de places, pour les élèves de troisième année, un laboratoire, comprenant 20 places, pour les élèves libres français et étrangers, un laboratoire pour les chefs de travaux chimiques et préparateurs, une verrerie et manutention.

Au-dessus des laboratoires de chimie analytiques, on aménagera une grande salle, bien éclairée, de micrographie où pourront travailler, à la fois, 150 élèves, et deux services indépendants, l'un pour le professeur de botanique générale, l'autre pour celui de pathologie, comprenant : le laboratoire du professeur, le laboratoire de chef de travaux ou du préparateur, avec des emplacements pour les herbiers, collections et bibliothèque spéciale à chacune des chaires. Au-dessus de ces laboratoires, sur le toit en terrasse, il y aura une serre ;

3° Les services de la pathologie et de la biologie végétales ;

4° Un laboratoire d'anatomie et de physiologie comparées des animaux domestiques ;

5° Un laboratoire de technologie agricole ;

6° Cinq salles d'examens (aucune n'existait encore à l'Institut et les salles d'études) ;

7° Des salles de collections qui comprendront, notamment, une exposition permanente de machines agricoles, des collections de zootechnie, de cultures coloniales, d'é-

conomies forestières, des collections d'échantillons nécessaires aux leçons;

8° Une bibliothèque qui pourra recevoir, à la fois, 100 lecteurs, alors que la salle actuelle, n'en peut recevoir que 30;

9° Les appartements pour le directeur et le secrétaire agent comptable, et des locaux divers.

Les travaux des nouveaux bâtiments, pour lesquels un crédit de 7.000.000 a été accordé ont été commencés en septembre 1925 et seront terminés en 1928.

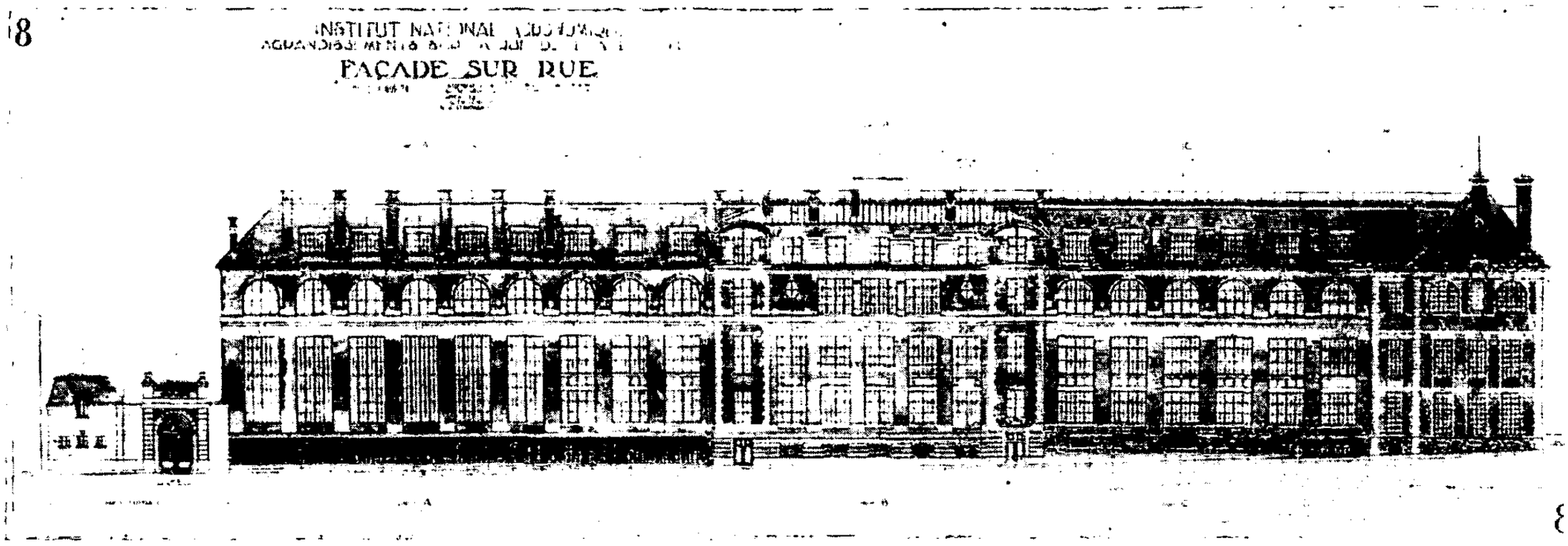


Fig. 29. — Façade des nouveaux bâtiments de l'Institut Agronomique, en bordure de la rue de l'Arbalète

Enfin, pour faciliter aux jeunes gens qui suivent les cours le séjour, si onéreux, à Paris, l'Institut Agronomique a songé à construire pour eux un pavillon, dans la Cité Universitaire. Il a obtenu un terrain de 2.600 mè-

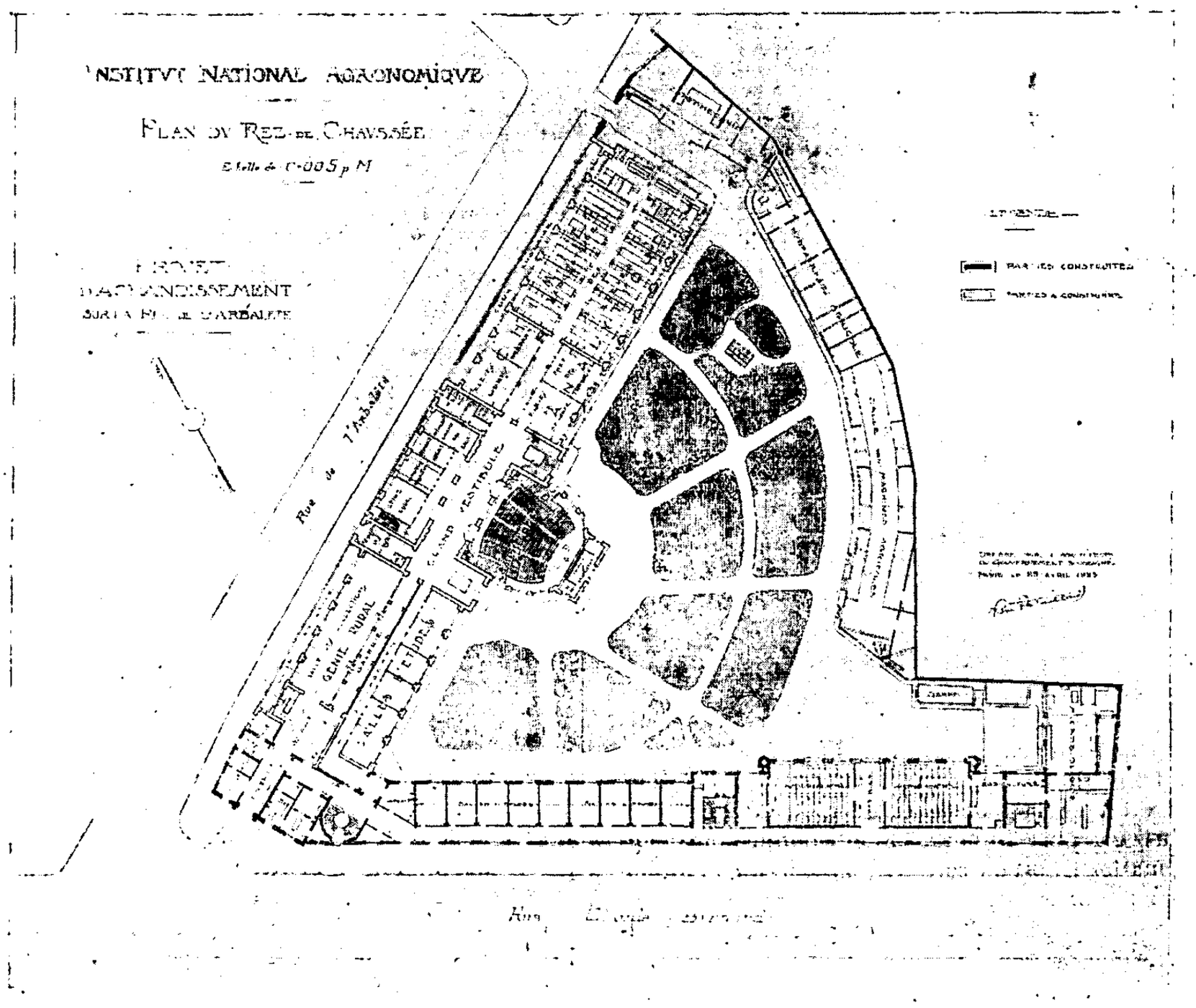


Fig. 30. — Plan d'ensemble du rez-de-chaussée de l'Institut Agronomique, après la construction des nouveaux bâtiments

tres pour cette construction dans laquelle pourront être logés d'abord 50, puis 100 élèves. La construction du pavillon sera terminée en 1928.

Le but principal de l'Institut Agronomique est de former des Agriculteurs, des Professeurs pour l'enseignement agricole, des Ingénieurs du Génie rural, des Directeurs de Stations agronomiques, des agents pour l'Administration des Forêts et pour celle de Haras, des chimistes et des directeurs pour les industries agricoles.

L'effectif des promotions qui n'était avant la guerre que de 60 à 80 élèves, atteint régulièrement 100, aujourd'hui.

La valeur de l'enseignement qui est donné à l'Institut attire des auditeurs de plus en plus nombreux.

Au 1er janvier 1925, les situations occupées par les anciens élèves se répartissent ainsi :

Agriculture	1.250
Forêts	364
Enseignement agricole	212
Commerce, industrie, arts	188
Industrie agricole	142
Stations agronomiques, laboratoires	92
Haras	75
Professions libérales	68
Sections d'application, 3e année d'études	18
Génie rural	78
Missions d'études	3
Fonctionnaires de ministère	83

208 anciens élèves sont établis dans nos colonies et 64 à l'étranger.

Les débouchés offerts aux élèves d'une Ecole supérieure d'agronomie dans les cadres de l'enseignement agricole sont aujourd'hui assez nombreux. Les services extérieurs du Ministère de l'Agriculture s'établissent ainsi :

Service de l'Inspection ;

Institut national agronomique ;

Trois Ecoles Nationales d'Agriculture, à Grignon, à Rennes et à Montpellier ;

Une Ecole Nationale d'Horticulture à Versailles ;

Deux Ecoles Nationales d'Industrie laitière à Mamirolle (Doubs) et à Poligny (Jura).

Une Ecole Nationale des Industries agricoles à Douai ;

Trente-huit Ecoles pratiques de toute nature ;

Vingt-trois Ecoles d'apprentissage ;

Quarante-deux Stations de recherches agronomiques ;

Enseignement agricole annexé à des établissements d'enseignement général ou universitaire, comprenant :

4 chaires de chimie agricole dans les Facultés des Sciences ;

90 directions des Services agricoles départementaux ;

172 chaires spéciales d'agriculture (arrondissements, etc.) ;

185 cours d'agriculture, arboriculture, etc., organisés dans lycées, collèges et écoles primaires supérieures.

La plupart de ces situations s'obtiennent au concours.

L. Fr.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Mines

Les dépôts de sel en Pologne et leur exploitation. — Dans la Pologne actuelle, se trouvent trois bassins présentant du sel : d'abord le bassin de la Galicie Occidentale, puis le bassin de la Galicie Orientale et enfin le bassin de Posen. La Pologne du Congrès, par contre, est pauvre en sel. Le bassin de la Galicie Occidentale comporte une bande longue de 40 km. s'étendant depuis le fleuve Usziva jusqu'au fleuve Wilga. Le sel de ce bassin contient de 95 à 98 o/o NaCl. On attaque par dissolution les couches renfermant trop de matières étrangères et évapore la solution obtenue aux salines de Wieliczka. A l'ouest de cette localité on a découvert, en 1923, des gisements importants de sel et depuis 1925, les usines Solvay, au moyen de sondages, en retirent une eau contenant 27 o/o NaCl. Ainsi aujourd'hui la fabrique de soude des usines Solvay, près de Bork Falencki retire journellement 50 m³ d'eau mère, tandis que les saunerie de l'Etat de Wieliczka en traitent 30 m³.

Le bassin de la Pologne Orientale s'étend sur une longueur de 235 km. au nord des Carpathes polonaises depuis Przemyl jusqu'à Kosow à la frontière roumaine. Le sel se présente ici dans le roc sous forme de minces artères qui contiennent 80 o/o de NaCl. Il y a aussi des sources d'eau saline. Toutes les usines d'évaporation du sel appartiennent à l'Etat polonais, seules les salines de Kalusz et de Stebnik sont louées à une société particulière dans laquelle l'état polonais est intéressé pour deux tiers.

Les dépôts de sel de la Prusse d'avant guerre sont bien connus ; depuis 1920, les usines Solvay exploitent des mines de sel à Wapno, on y trouve aussi les deux salines fiscales de Inowroclaw et de Ciechocinek. Cette dernière localité dans l'ancienne Pologne russe est bien connue pour ses bains. On y pompe l'eau salée d'une profondeur de 600 m., cette eau salée a une teneur de 2 à 5 o/o NaCl. Ciechocinek produit annuellement environ 4.000 tonnes de sel.

Depuis 1925, l'Etat polonais a le monopole exclusif de vente du sel. La consommation de sel en Pologne serait actuellement d'environ 375.000 tonnes. L'exportation de sel de Pologne est très faible. La raison en est dans les frais de production trop élevés. Cependant le sel des salines polonaises est très pur et bien blanc, (*Kali*, 1-11-26).

E. P.

Industrie chimique

Huiles de graissage. — Dans un travail exposé à la société de l'industrie chimique à Londres, E. Hackford assure que pour les turbines, là où l'huile est humidifiée par la vapeur, il est bon de tenir la conductibilité électrique de l'eau aussi faible que possible pour éviter l'attaque du métal. Pour cela, il faut éviter que l'eau ne contienne en solution, ni sels, ni acides que l'huile pourrait absorber. Pour prévenir cette formation d'acide dans l'huile, il faut éliminer l'oxygène que l'eau des chaudières pourrait contenir. On sait en effet que l'air dissous dans l'eau contient plus d'oxygène que l'air libre. Par suite les gaz contenus dans la vapeur seront plus actifs que l'air ordinaire. Pour éliminer l'air dissous dans l'eau, on peut élever celle-ci à un température aussi élevée que possible avant de l'introduire dans la chaudière, on éliminera ainsi une grande partie de l'air. On a également constaté que la présence de l'eau dans l'huile employée dans les machines à combustion interne était très nuisible car elle agit comme électrolyte, aussi faut-il tenir toujours l'huile bien sèche et bien chaude. Il ne faut pas oublier que l'huile présente une forte tendance à devenir humide. Les huiles combustibles habituellement employées donnent à la combustion environ leur poids d'eau sous forme de vapeur qui peut se

condenser derrière les segments du piston. Il ne faut pas oublier non plus qu'une huile renfermant 4 o/o de soufre produit par tonne, 112 kgs d'acide sulfurique qui peut passer derrière les segments, aussi est-il bon de vérifier souvent s'ils sont bien étanches. (*Iron and Coal Trades Review*, 26-3-26). E. P.

Agronomie

La culture du câprier au Maroc. — Cultivé en France, dans les Bouches-du-Rhône et dans le Var, le câprier (*capparis spinosa*) fait l'objet de cultures importantes en Algérie, notamment aux environs de Bougie, et en Tunisie.

M. de Mazières examine la possibilité d'étendre cette culture au Maroc. La demande de câpres par les industries de conserves de France, d'Angleterre, et surtout d'Amérique devient de plus en plus considérable.

On sait que le câprier est un petit arbrisseau buissonnant, à belles fleurs blanches originaire des pays chauds. La « câpre » est constituée par le bouton floral non épanoui qui est mis à macérer dans le vinaigre.

M. de Mazières rappelle qu'on rencontre le câprier au Maroc, entre les rochers, dans les cavités de vieilles murailles à Fez, à Marrakech, à Meknès : il existe à l'état spontané au Maroc, et il est exploité par les indigènes, dans la région de Safi, notamment.

Une culture de câprier peut donc être entreprise facilement au Maroc.

Cet arbrisseau se plaît dans les sols légers, caillouteux, coteaux ensoleillés, Il craint les grands vents. On le sème, on le bouture, et même on le greffe, car dans le Var, on a une espèce sans épines que l'on greffe sur le câprier épineux. La récolte en est donc beaucoup facilitée mais la câpre greffée est, paraît-il, un peu moins productive et ses boutons sont moins fermes.

Pour établir une plantation on crée, en général, une pépinière de boutures faites de bois de 2 ans comme pour la vigne, et on met en place au printemps suivant, à 2 m. d'écartement en ayant soin d'établir les racines fragiles dans de la terre fine.

Une taille sévère donne sa forme à l'arbre et surtout permet une abondante floraison, car la fleur ne se produit que sur les rameaux de l'année, Après la taille on doit recouvrir légèrement de terre les pieds de câprier qui craignent les ardeurs du soleil. Binages et sarclages ensuite (d'avril à juin). Récolte : d'avril à septembre. La cueillette se fait tous les deux au trois jours.

Les câpres triées et séchées une journée ou deux seulement sont mises à macérer dans le vinaigre. Il faut 1 litre de vinaigre par kilogr. de câpres. (*Feuille de renseignements de la Direction de l'Agriculture du Maroc*, 15 août 1926, p. 17).

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 janvier 1927

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Gaston Julia.* — **Sur les moyennes des modules de fonctions analytiques.**

MÉTÉOROLOGIE. — *G. Rempp* (prés. par M. Bigourdan). — **Sur la modification apportée à une courbe de fréquence par la superposition d'une variation sinusoïdale à la variabilité accidentelle.**

Les observations exécutées de 1912 à 1916 à Greenharbour fournissent respectivement, pour l'écart probable η des moyennes diurnes et pour l'écart probable η' des températures observées à chaque heure, les valeurs suivantes : juillet, $\eta = 1°03$, $\eta' = 1°30$; août $\eta = 1°10$, $\eta' = 1°38$. L'auteur cherche, dans cette Note, à établir dans quelle mesure la différence entre η et η' peut s'expliquer par la variation diurne de la température, et dans quelle mesure il faudrait conclure à une augmentation de la variabilité accidentelle.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Jean Thibaud* (prés. par M. de Broglie). — **Diverses formes cristallines des composés organiques à longue chaîne et difficultés d'interprétation de leurs spectres de rayons X.**

Les recherches de l'auteur ont porté sur un acide gras pur, l'acide stéarique et sur des mélanges de corps gras, beurres de cacao et, comparativement, beurres d'Illipé de Kayas, de palmiste et de succao.

Le rapprochement des trois séries de spectres pris par les différents beurres permet (lorsque ces substances ne sont pas mélangées entre elles) de les distinguer les uns des autres. L'interprétation des raies est délicate, en raison du fait suivant : l'interstice d ($d = 39,9$ A) d'une substance organique orientable, pris comme caractère analytique, est sujet à variation, suivant l'origine, le mode de préparation et le degré de pureté du produit. Lorsque la substance à analyser est un mélange de plusieurs corps semblables, ayant à peu près le même nombre d'atomes de carbone dans leurs molécules, la notion d'interstice perd une partie de sa valeur analytique, puisque sujette à variation, pour chaque constituant, en fonction du pourcentage. Il semble que l'introduction d'atomes lourds dans la chaîne (formation de savons au plomb, par exemple), donnerait plus de stabilité à l'interstice et serait, par suite, très recommandable dans cette méthode analytique.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *A. Henne* et *G. L. Clark* (prés. par M. G. Urbain). — **Spectrographie de flammes dans un moteur à explosion.**

Le cognement, dans un moteur à explosion, serait une libération brutale d'énergie, dont la presque totalité serait développée pendant le premier quart de l'explosion. Une très faible proportion seulement serait mise en jeu pendant la deuxième moitié de l'explosion. L'influence d'un corps antidétonant serait de régulariser l'explosion de manière que la quantité d'énergie libérée par unité de temps, varie peu pendant la durée de combustion, ainsi que cela se passe dans un moteur en régime normal. Le fait que les lignes du plomb n'apparaissent que dans le premier quart de l'explosion porte à croire que l'action de catalyseurs se produit uniquement au moment où la réaction se déclanche.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Nicolas Perrakis* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur les chaleurs spécifiques d'une phase non condensée.**

L'auteur est arrivé, à l'aide de considérations fort simples et surtout à partir d'un point d'appui purement expérimental, à retrouver la conclusion que M. J. Perrin a tirée des expériences de M. Eucken et qu'on peut formuler ainsi : « Il semble qu'on puisse admettre que tous les gaz suffisamment refroidis prennent la chaleur moléculaire des gaz monoatomiques ».

CHIMIE ORGANIQUE. — *M^me^ Ramart-Lucas* et *M^lle^ Amagat* (prés. par M. Moureu). — **Transpositions moléculaires. Préparation et déshydratation de quelques α-alcoyl, α-phényléthanols.**

Dans la série grasse (isobutylcarbinol) c'est le carbure normal qui se fait en majeure partie. Si l'on remplace un radical gras par un radical aromatique, c'est au con-

traire le carbure de transposition qui se forme principalement. Les α-diaryléthanols ne donnent naissance qu'à un carbure éthylénique substitué symétrique.

Au cours de leurs recherches les auteurs ont préparé six composés nouveaux et deux qui avaient été obtenus précédemment par une méthode différente.

— *G. Darzens* et *A. Heintz* (prés. par M. Moureu). — **Sur l'acide paraxylylallylacétique et sa cyclisation en dérivés tétrahydronaphtaléniques. Préparation d'une nouvelle diméthylnaphtaline.**

M. Darzens avait indiqué précédemment une nouvelle méthode de synthèse de l'α-méthylnaphtaline, reposant sur la cyclisation de l'acide benzyllallylacétique en acide tétrahydrométhylnaphtalènecarbonique. Les auteurs ont cherché à généraliser cette réaction en préparant toute une série d'homologues de l'acide benzylallylacétique.

Partant de l'éther *p*-xylylmalonique qu'ils ont allylé, ils ont obtenu l'acide *p*-xylylallylacétique qui, soumis à l'action de l'acide sulfurique les a conduits à une xylylvalérolactone et à un acide diméthyltétrahydronaphtalènecarbonique. Celui-ci chauffé dans le vide avec un excès de soufre se déshydrogène facilement et l'on obtient l'acide diméthylnaphtalènecarbonique correspondant qui décarboxylée donne une diméthylnaphtaline, liquide légèrement ambré, d'une forte odeur naphtalénique distillant à 147-149°, sous 15 mm. et donnant un picrate jaune orangé, fondant à 123-124°.

— *Itizo Kasiwagi* (transm. par M. Paul Sabatier). — **Action du nitrométhane et de ses homologues sur le benzyle.**

Une molécule de nitrométhane sodé réagit sur une de benzile en milieu alcoolique avec dégagement de chaleur en donnant du benzoate d'éthyle et une poudre blanche dont la solution aqueuse donne, par un acide minéral, du nitro-ω-styrol cristallisé jaune et du phényl-1-nitro-2-éthanol, aisément déshydratable en nitrostyrol.

L. Franchet.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pierre Lesage.* — **Sur la persistance du caractère précocité aux diverses époques de l'année.**

Des graines de Cresson alénois mûries sous châssis, dans certaines conditions, semées en plein air à Rennes, produisent des plantes précoces. La précocité est héritable au moins jusqu'à la cinquième génération de plein air après la vie sous châssis. L'auteur s'est demandé si cette précocité ne serait pas influencée d'une manière appréciable par les variations thermiques du milieu. Il a constaté que les périodes de végétation correspondent aux dates des semis (18 mars, 17 mai et 21 juin) ne paraissent pas modifier beaucoup les rapports de la variété précoce avec la plante normale. En revanche elles modifient ces deux plantes en même temps et de la même manière : quand la température augmente, la durée de la période végétative diminue et il en est de même pour le rendement si on le représente par la moyenne de la taille à la récolte.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Henri Humbert* (prés. par M. H. Lecomte). — **Sur deux types de structure unifaciale de la feuille chez des *Senecio* malgaches.**

La *structure foliaire unifaciale* est très rare chez les Dicotylédones. L'auteur la signale chez les deux *Senecio* malgaches de la section *Kleinoidei* D.C., groupe homogène de xérophytes à feuilles succulentes, persistantes. Chez *S. crassissimus* Humb., cette structure résulte d'un aplatissement bilatéral parallèle au plan de symétrie de la feuille; chez *S. Dedaryi* Humb., elle résulte d'un aplatissement dorsiventral, perpendiculaire au plan de symétrie. La morphologie et l'anatomie comparées expliquent le processus de différenciation, à partir d'une structure bifaciale normale.

D'autres *Senecio* malgaches offrent divers degrés de différenciation de la structure foliaire.

MICROBIOLOGIE. — *G. Guitonneau* (prés. par M. Lindet). — **Sur l'oxydation microbienne du soufre au cours de l'ammonisation.**

L'auteur a recherché comment se comportent vis-à-vis du soufre un certain nombre de microorganismes, ordinairement classés parmi les ammonisateurs les plus actifs, et capables de se développer en milieu largement aéré, dans une solution nutritive ne renfermant que de la peptone comme source d'azote et comme aliment organique, additionnée de soufre précipité.

Beaucoup d'ammonisateurs ont produit des hyposulfites en quantités d'ailleurs très variables suivant les espèces (*B. subtilis*, *B. mesentericus*, *Bacterium coli*, *Proteus vulgaris*, etc.).

Certaines moisissures, comme *Sterigmatocytis nigra*, ont produit directement des sulfates aux dépens du soufre, tandis que d'autres, comme *Penicillium glaucum*, ont donné simultanément de petites quantités de sulfates et d'hyposulfites.

— *J. Sabrazes* (prés. par M. H. Vincent). **Le Spirochète du Pian (*Spirochœta pertenuis*).**

Le procédé — mordançage par la chaleur, liquide de Ziehl fort, à chaud, lavage à l'eau, huile de cèdre sous lamelle, après dessiccation — montre très bien les spirochètes du Pian, dans les préparations, avec leur gracilité et leurs très nombreux tours de spire.

P. Guérin.

Séance du 10 janvier 1927

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Norbert Wiener* (prés. par M. Hadamard). — **Une généralisation des fonctions à variation bornée.**

— *André Weil* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les espaces fonctionnels.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Stefan Kempisty* (prés. par M. Emile Borel). — **Intégration de la dérivée régulière.**

ALGÈBRE ET CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Emile Borel.* — **Sur les systèmes de formes linéaires à déterminant symétrique gauche et la théorie générale du jeu.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Emile Borel.* — **Sur un problème de probabilités géométriques relatif au cercle.**

ARITHMÉTIQUE. — *Gustave Du Pasquier.* — **Sur les groupes de quaternions hamiltoniens.**

GÉOMÉTRIE. — *Mme M. Piazzolla-Beloch.* — **Sur les surfaces hyperelliptiques du rang 2.**

— *Tibor Rado* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur l'aire des surfaces courbes.**

HYDRODYNAMIQUE. — *Arnaldo Masotti* (prés. par M. J. Hadamard). — **Sur la composition des mouvements permanents d'un liquide parfait parallèles à un plan fixe.**

— *R. Mazet* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur l'écoulement à travers un orifice circulaire.**

MAGNÉTISME. — *Paul Gabriel Girault* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur une image mécanique de l'hystérésis et sur l'inconstance de l'exposant de Steinmetz.**

ÉLECTRO-MAGNÉTISME. — *Louis de Broglie* (prés. par M. Maurice de Broglie). — **Sur la possibilité de mettre en accord la théorie électromagnétique avec la nouvelle mécanique ondulatoire.**

— *Louis Brillouin* (prés. par M. Marcel Brillouin), — **Peut-on déceler directement le moment magnétique de l'élection ?**

CHRONOMÉTRIE. — *G. Ferrié* et *R. Jouaust.* — **Sur un pendule libre entretenu par un courant photoélectrique et sur son application au problème de l'Heure.**

Les auteurs ont reconnu que la suppression complète des inégalités des durées de secondes données par un pendule comportant un mouvement d'horlogerie n'est pas pratiquement réalisable. Ils ont, en conséquence repris l'étude du pendule libre entretenu par courant photoélecrique dont ils ont établi un nouveau modèle, ce pendule auto-entretenu est susceptible de battre avec une très grande régularité, pendant plusieurs heures, une période voisine de la seconde et peut permettre d'effectuer, avec une précision non encore atteinte auparavant, la comparaison des diverses pendules d'un observatoire soit entre elles, soit à des émissions radiotélégraphiques horaires. En outre, la commande directe de ces émissions a pu être rtalisée. Les signaux radiotélégraphiques étaient enregistrés au Bureau International de l'Heure en même temps que les courants photo-électriques amplifiés qui les provoquent.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *F. Da Costa Lobo* (prés. par M. Deslandres). — **Sur deux protubérances intéressantes.**

Les 5 août et 7 octobre 1926, l'Observatoire de l'Université de Coïmbra a pris avec son spectrohéliographe, des images du soleil. Les images K_3 montrent diverses protubérances, en particulier une protubérance au-dessus d'une facule, dans le secteur NO pour l'image du 5 août, et dans le secteur NE pour l'image du 7 octobre. Ces protubérances sont plus brillantes que les autres et même que toutes celles photographiées dans l'année.

MÉTROLOGIE. — *Albert Pérard* (prés. par M. A. Cotton). — **Etalons en quartz, témoins de l'unité métrique. Résultats des mesures de longueurs et d'indices.**

Les étalons étudiés, respectivement de 10, 20, 30, 40, 50 et 100 mm., sont constitués par des prismes droits, à section carrée de 25 mm. de côté dont les bases polies, planes et parallèles sont normales à l'axe cristallographique. Les méthodes employées mettent en œuvre les phénomènes d'interférence lumineuse, l'une faisant intervenir l'indice du quartz qui se trouve simultanément déterminé avec une très haute précision, l'autre indépendante de cet indice.

L'ensemble des mesures a donné les résultats suivants :

$$q_{10} = 9998^{\mu} 795\,(1 + 7{,}1441.10^{-6}\theta + 8{,}202.10^{-9}\theta^2)$$
$$q_{20} = 19997{,}451\,(1 + 7{,}121.10^{-6}\theta + 8{,}202.10^{-9}\theta^2)$$
$$q_{30} = 29997{,}465\,(1 + 7{,}138.10^{-6}\theta + 8{,}202.10^{-9}\theta^2)$$
$$q_{40} = 39994{,}167\,(1 + 7{,}098.10^{-6}\theta + 8{,}202.10^{-9}\theta^2)$$
$$q_{50} = 49996{,}889\,(1 + 7{,}133.10^{-6}\theta + 8{,}202.10^{-9}\theta^2)$$
$$q_{100} = 99987{,}915\,(1 + 7{,}113.10^{-6}\theta + 8{,}202.10^{-9}\theta^2)$$

PHYSIQUE. — *Th. Nautier.* — **Vitesses des ondes fusantes.**

L'auteur a poursuivi ses recherches sur les ondes fusantes de la poudre noire et du coton-poudre. La marche de la vitesse du front et du sommet d'une même ordre est expliquée au moyen d'un graphique. Pour les faibles charges les fronts ont une vitesse uniforme comme pour les plus fortes; la différence de charge ne semble pas modifier la vitesse du front. Pour les ondes brisantes pistolet et amorce, comme pour les ondes fusantes poudre et coton-poudre, la forme initiale dépend surtout du processus de l'inflammation et de la combustion de la substance employée qui ne s'effectue pas toujours de la même manière pour une substance donnée; cette influence prépondérante au début s'atténue de plus en plus à mesure que le parcours s'allonge, c'est ensuite l'effet de la propagation qui devient prépondérant et qui donne aux formes finales un aspect assez semblable que les ondes soient brisantes ou fusantes; elles s'applatissent beaucoup et leur durée augmente considérablement.

SPECTROSCOPIE. — *S. Pina de Rubies* (prés. par M. Urbain). — **Sur le spectre d'arc de l'europium. Mesures faites à la pression normale, entre 3.100 et 2.200 I. A.**

Dans une Note précédente (*C. R.* 183, 1926, p. 385), sur le spectre de l'europium, les mesures avaient été arrêtées à la longueur d'onde 3100 IA. Elles sont complétées aujourd'hui jusqu'à 2200 IA. Dans cette région les spectrogrammes sont très intenses et présentent un nombre plus élevé de raies que le spectre de mélanges d'europium (Auer), spectre à son tour plus riche en raies que celui de l'europium d'Urbain. Un tableau donne les résultats obtenus.

— *C. Mihul* (prés. par M. A. Cotton). — **Nouvelles recherches sur la structure du spectre du troisième ordre de l'oxygène (OIII).**

L'auteur, dans une Note antérieure relative au spectre de OIII, a décrit cinq multiplets de multiplicité $z = 3$ appartenant à ce spectre. Il a trouvé quatre autres multiplets du même système de triplets et quatre multiplets d'un système de quintuplets. Ces multiplets sont donnés dans deux tableaux.

ÉLECTROCHIMIE. — *Andrieux* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur une méthode d'électrolyse ignée des composés oxygénés. Application à la préparation d'un certain nombre de métaux et de borures.**

L'électrolyse des dissolutions métalliques obtenues avec l'anhydride borique fondu, présente souvent de grandes difficultés en raison du manque d'homogénéité de la solution, la liquéfaction ne se produisant qu'à des températures élevées. Pour remédier à cet inconvénient, l'auteur ajoute, lorsque cela est nécessaire, aux mélanges d'acide borique ou de borax et d'oxyde ou de sel oxygéné, des sels tels que les fluorures, qui donnent avec ces mélanges des produits fondus stables, homogènes et suffisamment fluides pour servir de bain d'électrolyse. Par une technique appropriée, il a pu obtenir des métaux, des métalloïdes, des alliages, des composés binaires et quelquefois plus complexes. L'électrolyse des mélanges, avec une faible densité de courant à la cathode, donne généralement naissance à des borures.

CHIMIE PHYSIQUE. — *W. Swietoslawski* et *S. Poznanski* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur la constante d'équilibre de la réaction d'éthérification dans la phase gazeuse.**

La réaction de l'acide acétique sur l'alcool éthylique a été utilisée par MM. G. Edgar et W. N. Schuyler pour déterminer la valeur de la constante k_y Les erreurs d'expériences, assez considérables, atteignaient ± 26 p. 100.

MM. Swietoslawski et Poznanski ont examiné toute une série de mélanges d'alcool et d'acide acétique, d'eau et d'éther, à l'état d'équilibre et déterminé la constante K pour différents mélanges. Ils ont obtenu les valeurs 51, 57, 58, 62, 72, 60, 66, 48, 50, 53, soit une moyenne de 58. Les erreurs d'expériences ne dépassent pas en moyenne ± 10 p. 100 : elles sont donc deux fois et demie plus faibles que celles des données obtenues par MM. Edgar et Schuyler.

— *Edmond Vellinger* (prés. par M. J. Perrin), — **Le pouvoir rotatoire des corps organiques en fonction du pH ; l'acide malique.**

Le pouvoir rotatoire de l'acide tartrique présente en

fonction du pH des variations caractéristiques calculables à partir des formules classiques de dissociation. Des variations semblables existent pour des bases et ampholytes actifs; l'auteur a recherché si tous les acides actifs présentent des variations analogues à celle de l'acide tartrique et quelle serait la répercussion des propriétés spécifiques de chaque acide sur la forme et la position des courbes dans l'échelle des pH.

La courbe de rotation de l'acide malique, en fonction du pH a une allure identique à celle de l'acide tartrique et se calcule avec la même formule. Les courbes de dispersion sont, également, analogues à celles de l'acide tartrique.

— *Jean Thibaud* (prés. par M. Maurice de Broglie). — **Sur le polymorphisme des acides gras.**

Un même acide gras ne peut prendre plusieurs formes cristallines caractérisées par des interstices différents. Les valeurs mesurées pour les interstices de diverses formes d'un certain nombre d'acides gras se placent sur un faisceau de trois droites non parallèles dont les pentes, c'est-à-dire l'accroissement de l'interstice par atome de carbone, sont de 1,41 Å pour la forme A, 1,22 Å pour la forme B, 1 Å pour la forme C.

La droite des interstices des acides saturés pairs (pente 1 Å par atome de carbone) ne coïncide pas avec celle des acides impairs (pente 1,22 Å). Ces droites se superposent sensiblement aux droites B et C et il semble possible de dire que les acides pairs prennent plus volontiers la forme C, tandis que les acides impairs préfèrent la forme B.

Dans la chaîne des acides gras la succession régulière des CH^2 constituerait une série de plans réflecteurs, séparés, suivant la forme, par des interstices 1,41, 1,22, 1 Å et qui donneraient des raies intenses.

CHIMIE. — *Picon* (prés. par M. Henry le Chatelier). — **Action des hautes températures sur quelques sulfures métalliques.**

Les sulfures étudiés sont ceux de fer, de manganèse et de chrome précipités par l'hydrogène sulfuré sur les oxydes chauffés à 900° dans un tube en porcelaine.

Le sulfure de fer se dissocie en ses éléments, la décomposition commence à 1100°. Dès 1200° et après 8 heures de chauffe, le produit final ne renferme plus que 0 at. 20 de soufre pour 1 at. de métal. A 1600° la décomposition est complète et le métal libéré se sature de carbone.

Le sulfure de manganèse se volatilise sans décomposition à 1375° mais il n'y a aucune attaque de sulfure; celui-ci se condense en dissolvant du graphite dans la proportion de 13 à 14 p. 100 en opérant entre 1500 et 1750°.

Le sulfure de chrome commence à se décomposer vers 1350°. Après 3 heures de chauffe à 1400°, sa teneur en soufre tombe de 1 at. 35 à 1 at. 04. Après 3 heures à 1500°, cette teneur passe à 0,20. Chauffé brusquement à 1550°, entre 5 et 10 minutes, le produit fond.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Charles Dufraisse* et *Henri Moureu* (prés. par M. Béhal). — **Sur une méthode de préparation des dicétones α à partir des cétones α-β-éthyléniques.**

La méthode consiste essentiellement à préparer une cétone α-bromée-α-β-éthylénique, à traiter cette substance par une amine, puis à hydrolyser par les acides le terme aminé obtenu après élimination de brome. Elle est applicable indifféremment à la série grasse et à la série aromatique. Au cours de leurs recherches les auteurs ont été amenés à simplifier cette méthode et à réduire la préparation à une seule opération qui consiste à introduire successivement dans la solution de la cétone éthylénique, le brome (1 mol.) la pipéridine (4 mol.) et enfin un acide en excès. On obtient ainsi d'emblée l'α dicétone. Un tableau indique la liste des dicétones qui ont été préparées.

— *Mme Ramart-Lucas* et *M. F. Salmon-Legagneur* (prés. par M. G, Urbain). — **Action du bromure de phénylmagnésium sur les acétonitriles trisubstitués.**

1° Action sur le triméthylacétonitrile : condensation faite au sein du benzène. On a obtenu un dépôt cristallin qui à traité à 0° par NH^4Cl a donné une cétimine.

2° Action sur le méthyléthylphénylacétonitrile : réaction faite au sein du toluène, On a obtenu la méthyléthylphénylacetophénone, bouillant à 187-189° sous 16 mm.

3° Action sur diéthylphénylacétonitrile : condensation faite au sein du toluène. On a obtenu un bromhydrate de cétimine. Celui-ci traité par $NH^2OH.HCl$ donne immédiatement une oxime fondant à 187-188°.

4° Action sur l'éthylphénylbenzylacétonitrile : solvant, le toluène. On a obtenu un bromhydrate de cétimine qui, traité par le chlorhydrate d'hydroxylamine donne une oxime fondant à 201-202°.

5° Action sur l'isopropyldiphénylacétonitrile : solvant, le xylène. On a obtenu un bromhydrate de cétimine.

MINÉRALOGIE. — *Edgar Aubert de la Rüe* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur quelques minéraux de la Côte-d'Ivoire.**

Un certain nombre de minéraux n'avaient pas encore été signalés dans la Côte d'Ivoire; le béryl, le sphène, la staurotide, l'oligiste, la calcédoine, la malachite, l'ilménite et divers minerais. La cassitérite existe en petites quantités dans la plupart de sables titanifères. L'analyse n'a révélé que 2,2 p. 100 d'oxyde d'étain. L'auteur a également recherché le manganèse dont il a trouvé trois gisements dans la région de Bondukon. Le plus intéressant paraît être celui que l'on voit entre Nasan et Niango et dont la teneur en MnO^2 est de 77,6 p. 100. D'autres gisements ont été constatés à Noubaki et à Nackpallié.

L'uranite est également à signaler dons les pegmatites de Gonaté, près de Daloa.

Au point de vue économiques, il y a lieu de retenir particulièrement le psilomélane et l'ilménite.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Léon Bertrand* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur le rôle de l'éperon triasique alpin de la Vésubie moyenne dans les récents éboulements de Roquebillière, Belvédère et Lantosque.**

A l'intérieur de masses gypseuses, de grandes cavités souterraines se sont formées, susceptibles de s'effondrer et d'emmagasiner de grosses quantités d'eau au cours des pluies qui ont précédé les affaissements produits au-dessous du village de Belvédère. La rupture des parois de ces grandes poches remplies d'eau a, d'autre part, donné naissance à une grosse *coulée boueuse* qui, dévalant la pente très rapide dominant Roquebillière, est venue submerger et détruire l'extrémité sud de cet important village.

Une autre cause a déterminé les phénomènes de glissements et d'affaissements depuis Belvédère jusqu'au Figaret, en passant par Lantosque, et cette cause est manifestement liée à la tectonique de la bande triasique étroite que l'auteur a antérieurement désignée sous le nom d'*éperon triasique alpin de la Vésubie moyenne*.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *O. Munerati* (prés. par M. Marin Molliard). — **Trois générations de *Beta vulgaris* L. dans l'espace d'une année.**

Un intense éclairage nocturne complétant la lumière du jour pousse les types cultivés de Betterave à monter à graine plus ou moins brusquement. En opérant dans ces conditions, trois générations ont pu être obtenues dans la même année.

HISTOPHYSIOLOGIE. — *Abelous* et *Argaud* (prés. par M. Henneguy). — **Sur différentes modalités vicariantes chez les animaux splénectomisés.**

Chez les animaux à grosse rate, la suppléance, après la splénectomie, est anatomiquement réalisée par la néoformation de volumineux objets lymphosplénoïdes développés, non seulement à l'endroit même de l'ablation, mais encore, un peu partout, dans les replis mésentériques.

Chez les animaux où la rate minuscule ne représente, au contraire, qu'une faible fraction du système de Aschoff, cette suppléance, déjà physiologiquement dispersée dans nombre d'*organes réticulo-endothéliaux*, ne se traduit, après la splénectomie, que par une suractivité histophysiologique de ces organes, avec toutefois certaines métaplasies fort curieuses à considérer, comme, par exemple, celle des petits îlots aberrants pancréatico-spléniques.

HISTOLOGIE. — *J. Nageotte* (prés. par M. d'Arsonval). — **Coagulation fibrillaire *in vitro* du collagène dissous dans un acide dilué.**

La matière du coagulum formé autour d'un tendon gonflé dans un acide est du collagène précipité, soit sous sa forme chimique primitive, soit sous une forme peu différente. Au point de vue de leur métastructure, les fibrilles sont des édifices colloïdaux de forme extérieure définie qui, par là, pourraient être confondus avec des cristaux, dont ils diffèrent par tous leurs caractères.

Les fibrilles sont plus ou moins minces, leur enchevêtrement varie suivant les préparations et suivant les régions, mais ce sont toujours des filaments cylindriques de calibre uniforme, et il n'apparaît aucun élément figuré qui soit construit sur un autre type. L'analogie avec le caillot de fibrine est évidente.

— *A. Policard* (prés. par M. F. Mesnil). — **Les phénomènes de la réparation des fractures étudiés par la méthode des cultures de tissus.**

Les cultures *in vitro* permettent d'étudier les caractères à l'état vivant des cellules qui interviennent dans la constitution du cal. Elles soulignent l'importance de l'histiocyte ou macrophage dans les phénomènes cellulaires qui se passent au cours de la réparation des fractures. Ce sont ces macrophages, émigrés dans le cal débutant, qui se transforment, suivant les points envisagés, en fibroblastes ou en cellules cartilagineuses. Cette dernière transformation apparaît avec une particulière netteté. Le cartilage résulte ici du blocage de macrophages par une substance spéciale d'origine vraisemblablement humorale.

— *C. Hesselet* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur la genèse des myofibrilles et de la structure radiée dans les myoblastes des pattes de *Culex annulatus*.**

Chez *Culex annulatus*, la myofibrille ne passe pas par le stade chondrioconte. Le chondrioconte s'incorpore à la myofibrille qui passe ensuite par un stade homogène, d'ailleurs fugitif. La différenciation en myofibrilles s'effectue en une seule fois, par toute la périphérie du myoblaste et progresse ensuite vers l'axe, pendant que le chondriome diminue ou même disparaît.

BIOMÉTRIQUE. — *René Lambert* et *Georges Teissier* (prés. par M. Hadamard). — **Théorie de la similitude biologique.**

La similitude morphologique de deux animaux voisins est complétée par une similitude mécanique; si l'on joint à ces conditions l'hypothèse de l'égalité de rendement des transformations énergétiques homologues, on définit ce qu'on peut appeler une *similitude biologique*. Cette similitude implique un certain nombre de lois physiologiques, qui apparaissent ainsi comme les conséquences nécessaires des lois biométriques très générales qui unissent la composition et les dimensions d'un être au rythme même de sa vie.

BIOLOGIE. — *L. Mercier* et *Raymond Poisson* (prés. par M. L. Joubin). — **A propos d'un cas de macrophthalmie chez une Anguille.**

Il s'agit de l'Anguille de Beaulieu (près. de Caen) capturée en 1831, dans un puits d'une profondeur de cent pieds environ. Les yeux de cette Anguille sont, d'après les auteurs, devenus énormes parce que la macrophthalmie est en puissance chez les Anguilles et qu'elle a pu être déclanchée par des facteurs du milieu dans lequel l'animal a vécu (obscurité, température basse et constante, par exemple).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *A. Astruc* et *M. Mousseron* (prés. par M. L. Guignard). — **Sur les divers ferments solubles contenus dans la moutarde noire (*Brassica nigra* K.).**

La graine de moutarde est riche en ferments solubles. Indépendamment de la myrosine, qui est le ferment capital, les auteurs ont mis en évidence l'invertine, l'amylase, la maltase, l'émulsine et une anaéroxydase.

P. GUÉRIN.

Séance du 17 janvier 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *S.-A. Janczewski* (prés. par M. Hadamard). — **Sur quelques problèmes aux limites pour les équations différentielles linéaires ordinaires du quatrième ordre.**

— *E. Vessiot* (prés. par M. Goursat). — **Sur l'intégration des faisceaux de transformations infinitésimales de degré n, à $n + 1$ variables.**

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Elie Cartan*. — **Sur les courbes de torsion nulle et les surfaces développables dans les espaces de Riemann.**

GRAVITATION UNIVERSELLE. — *Sauger* (prés. par M. Brillouin). — **Extensions énergétiques du potentiel newtonien.**

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Paul Appell*. — **La fondation Edmond de Rothschild.**

La Fondation qui compte actuellement cinq années d'existence est surtout destinée à subventionner les jeunes gens signalés par les directeurs de laboratoires. Elle s'applique principalement aux recherches se rattachant à la photochimie et aux températures élevées. Au point de vue pratique, la Fondation Edmond de Rothschild aide les chercheurs à prendre des brevets. Une part de bénéfices doit lui revenir pour aider d'autres chercheurs.

Les recherches relatives à la photochimie touchent aux principes mêmes de la mécanique chimique, et les réalisations pratiques ne sont à envisager que pour l'avenir. Plus immédiates sont celles qui sont liées aux recherches sur les hautes températures. En 1924 la Fondation a pu-

blié un livre, *Fours électriques et Chimie*, qui rend de grands services aux techniciens. Des recherches actives sont actuellement poursuivies pour l'étude du traitement industriel des matières pulvérulentes à haute température.

En outre, la Fondation subventionne, mais à titre exceptionnel, les recherches isolées présentant un intérêt particulier.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *R. Bureau, A. Viaut et A. Gret* (prés. par M. G. Ferrié). — **Un enregistreur de la fréquence des atmosphériques: son utilisation en météorologie.**

Cet enregistreur est construit sur le principe suivant : un appareil radiotélégraphique récepteur suivi d'un relai compte les parasites atmosphériques. Le tout est réglé pour que le relais fonctionne à chaque parasite reçu et envoie alors un courant dans l'électro-aimant d'un anémocinématographe Richard qui trace une courbe dont l'ordonnée est proportionnelle à la fréquence des contacts électriques ainsi provoqués.

Les recherches de l'auteur permettent de conclure 1° qu'un grand nombre de parasites atmosphériques a sa source dans les propriétés physiques de l'air immédiatement voisin du poste T. S. F. récepteur; 2° que l'enregistrement de la fréquence des atmoshériques est un des moyens d'analyse les plus puissants de la structure détaillée des discontinuités météréologiques et en particulier des discontinuités de fronts froids principaux et secondaires.

— *Hans Jelstrup* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur un phénomène sonore perçu pendant une aurore polaire très intense.**

Au cours de recherches astronomiques faites dans la nuit du 15 octobre 1925, près d'Oslo, l'auteur a observé certains phénomènes accompagnant une splendide aurore boréale polaire : jaune verdâtre, en éventail, cette aurore ondulait de haut en bas depuis le zénith et en même temps se manifestait un léger son sifflant extrêmement curieux avec une modulation distincte, qui semblait suivre exactement les vibrations de l'aurore. Pendant ce temps, on eut à enregistrer les signaux horaires de Bordeaux, mais en même temps s'inscrivaient des signaux parasites dûs à l'aurore polaire. Les sons cessèrent alors et lorsque, plus tard dans la nuit, l'aurore eut disparu, les signaux parasites et perturbations de tous genres avaient complètement cessé.

MAGNÉTISME. — *G. Foëx* (transm. par M. Pierre Weiss). — **Diamagnétisme des substances mésomorphes; orientation des corps smectiques par le champ magnétique.**

La diminution du diamagnétisme qui se produit lorsque la substance passe de l'état isotrope à l'état nématique orienté s'explique en admettant que dans le premier de ces états les orbites électroniques responsables du diamagnétisme sont réparties au hasard tandis que dans le second elles sont en majorité dans des plans parallèles au champ. Une orbite dont le plan est parallèle au champ fournit en effet un apport moindre au diamagnétisme qu'une orbite dont le plan lui est perpendiculaire.

Aucune action d'orientation du champ magnétique sur les corps smectiques n'avait été trouvée jusqu'ici. L'auteur a étudié à ce point de vue le paraazoxybenzoate d'éthyle. Si l'on ne prend aucune précaution l'orientation par le champ ne se produit généralement pas, mais si l'on fait refroidir la substance dans le champ de manière que celui-ci agisse au cours du passage de la phase isotrope à la phase smectique, l'orientation se produit, se traduisant comme pour les corps nématiques, par une diminution importante du coefficient d'aimantation.

SPECTROSCOPIE. — *Paul Soleillet* (prés. par M. Jean Perrin). — **Etude des radiations de résonnance du zinc.**

Les raies 3076 (1 S—$2p_2$) et 2139 (1 S—2P) du zinc sont excitées par l'ensemble des raies d'arc du même métal. L'auteur s'est proposé de montrer que chacune des raies 3076 et 2139 excite seulement des radiations de même longueur d'onde. Pour effectuer ces recherches, il a réalisé un arc dans le vide et a simplifié le montage employé précédemment par Terenin : il a éliminé la lentille qui sert à projeter l'image du tube de résonance sur la fente du spectrographe lumineux, mais peu dispersif. Les résultats obtenus ont été concluants.

— *H. Volkringer* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur le spectre continu du mercure.**

L'auteur a étudié la répartition de l'énergie dans la partie visible du spectre continu émis par la vapeur de mercure. Il a recherché si la distribution de l'intensité dans le spectre correspond à la répartition de l'énergie observée. Les résultats obtenus sont exposés au moyen d'un schéma.

OPTIQUE. — *A. Piccard* et *E. Stahel* (transm. par M. Pierre Weiss). — **Nouveaux résultats obtenus par l'expérience de Michelson.**

Le vent d'éther de Miller a la valeur de 10 km/sec. et une direction qui est donnée par les coordonnées astronomiques de son apex : ascension droite 262°, déclinaison +65°. Au cours des observations faites par les auteurs, au laboratoire de Bruxelles, le vent d'éther de Miller ne s'est pas manifesté, quoiqu'elles aient été effectuées au moment où l'apex indiqué par Miller a été près de l'horizon.

PHOTOCHIMIE. — *P. Villard.* — **Sur les actions chimiques des radiations.**

Si une plaque photographique a été voilée par les rayons X, les niveaux profonds des atomes d'argent et de brome ont été atteints; de là une rupture d'équilibre qui, dans un solide disparaîtra difficilement; c'est ce qui constitue l'image latente. Si maintenant la lumière ordinaire agit; l'agitation électronique qu'elle provoquera dans les niveaux optiques, rendra immédiatement possible la reconstitution de certains niveaux; l'impression produite par les rayons X aura disparu, et la sensibilité, pour ces rayons sera rétablie, sans que cette restauration puisse être gênée par la lumière, à laquelle ces niveaux sont inaccessibles.

L'auteur étudie également les phénomènes de continuation, découverts jadis par Ed. Becquerel. La continuation est l'équivalent d'un développement et comparable à une multiplication. On la réalise sans difficulté avec les papiers sensibles à noircissement direct, contenant de l'azotate d'argent et beaucoup mieux, en ajoutant un peu d'acide tartrique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Léon Guillet.* — **Sur un nouveau procédé d'ornementation de l'aluminium et de ses alliages.**

M. de Pacz a montré récemment que si l'on trempe l'aluminium ou un alliage riche en aluminium dans un bain composé ainsi : eau, 4 lit.; fluosilicate de sodium, 5 gr.; sulfate de nickel cristallisé, 10 gr.; azotate de potassium, 25 gr.; on voit apparaître des lignes plus ou moins colorées qui noircissent très rapidement dans le bain lui-même. Les résultats les meilleurs sont obtenus à une température de 70 à 80°. M. Guillet a repris l'étude de ce phénomène et a observé notamment que le dépôt qui prend naissance, affecte la forme de lignes orientées, d'épaisseur assez irrégulière. On peut faire varier à volonté le dessin obtenu en modifiant les conditions de

l'attaque. En plaçant une goutte de réactif sur la surface du métal, on obtient une attaque rayonnante. Si avec un pinceau on produit une attaque suivant un dessin déterminé et que l'on plonge ensuite la pièce dans le bain, la première zone d'attaque est respectée. Il n'a pas encore été possible d'obtenir un dépôt uniforme. Ce dépôt est probablement du nickel très divisé, oxydé partiellement dans le bain même.

— *A. Travers* et *Honot* (prés. par M. Léon Guillet). — **Sur l'allotropie de l'étain.**

Les variétés allotropiques de l'étain ont fait l'objet de nombreux travaux dans lesquels se manifestent certaines divergences au point vue de leurs propriétés. Les auteurs ont repris la question, notamment au point de vue des mesures dilatométriques. Ils ont observé que la courbe $\left[Q_{t_0}^{t}, t \right] O_{t_0}^{t}$ représentant la chaleur abandonnée par l'échantillon de poids constant, de t degrés à t_0, t la température variable à laquelle il est porté, présente dans certains cas une discontinuité très nette au voisinage de 170°-171°; ils pensent que la raison des irrégularités observées par Degens est due à ce que l'histoire thermique antérieure du métal après fusion joue un rôle essentiel dans l'apparition de l'anomalie. Il paraît, du reste, que l'histoire thermique du métal fondu est une répercussion sur ses propriétés à l'état solide. Toutefois des faits de même nature ont été signalés par Gernez en 1883, dans ses travaux sur le soufre.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *A. Job* et *M. Dubien* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la constitution des dérivés organomagnésiens.**

Les auteurs avaient fait l'étude cinétique de la réaction :

$$C^2H^5Mg\ Br + C^2H^5Br \rightarrow C^2H^4 + C^2H^6 + Mg\ Br^2$$

Lorsque le magnésien est en excès, l'étude chronométrique indique que les molécules de bromure d'éthyle viennent une à une à la réaction ce qui avait semblé être un argument en faveur de la formule simple RMgBr opposée à la formule double $R^2Mg^2Br^2$. M. Jolibois ayant contesté la validité même de la méthode employée par MM. Job et Dubien, ceux-ci, dans la présente Note réfutent les objections émises par M. Jolibois.

L. Franchet.

MYCOLOGIE. — *Paul Vuillemin.* — *Sartorya*, **nouveau genre de Plectascinées angiocarpes.**

Les périthèces d'*Aspergillus fumigatus* ne pouvant être incorporés dans les genres *Eurotium*, *Emericella*, *Penicilliopsis*, *Allescheria*, ni aucun autre genre parvenu à sa connaissance, l'auteur se voit contraint de fonder sur eux un genre nouveau, qu'il dédie aux frères Sartory. L'espèce type, jusqu'ici unique, est le *Sartorya fumigata* (Fres.) Vuil., dont l'appareil conidien est bien connu sous le nom d'*Aspergillus fumigatus*.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Loubière* (prés. par M. Costantin). — **Les dépôts houillers des vallées de l'Aveyron et du Lot sont-ils synchroniques?**

L'âge du dépôt houiller situé sur le versant gauche de la vallée du Lot est resté, jusqu'à présent, incertain. Les caractères exposés dans cette Note, joints à l'abondance des Sigillaires avec leur rhizome, à l'absence des Dictyoptéridées, à la rareté relative d'*Alethopteris Grandini* et d'*Odontopteris Reichiana*, différencient profondément la flore de cette zone carbonifère de celle de Gages. Ils permettent de conclure que la formation houillère de la vallée du Lot s'est produite vers le début de la période stéphanienne. Il n'est donc pas possible de la synchroniser avec celle de la vallée de l'Aveyron. L'une et l'autre paraissent avoir une existence indépendante.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Maige* (prés. par M. Marin Molliard). — **Observations sur la déchéance physiologique des plastes amylifères dans les cotylédons des Légumineuses.**

Il y a lieu d'admettre que dans les cotylédons de Haricot, et la similitude des phénomènes permet d'étendre le fait aux autres Légumineuses, tout ancien plaste amylifère, qui demeure incolore pendant la germination, conserve une écorce plastidale physiologiquement active tant qu'il garde l'intégrité de son contour et ne présente aucune manifestation de digestion interne continue.

Le début de l'hydrolyse dans les graines adultes est marqué par une défaillance physiologique des plastes amylifères, qui se traduit par l'apparition de fentes de digestion interne mais cette défaillance a un caractère de durée variable; elle peut être, suivant les plastes, passagère ou définitive.

GÉNÉTIQUE. — *Roger de Vilmorin* et *Marc Simonet* (prés. par M. Guignard). — **Variations du nombre des chromosomes chez quelques Solanées.**

La valeur 12 pour le nombre des chromosomes est typique dans les Solanées (phases de réduction). La valeur 24 a été trouvée dans la Belladone et l'*Hyoscyamus canadensis* Hort. Dans le genre *Solanum*, le nombre 12 se rencontre avec ses multiples 24 et 36. Exceptionnellement, le nombre 7 de chromosomes a été rencontré dans *Petunia violacea* hyb. var. à grande fleur bleu d'acier, Hort., et son multiple 14 (7×2) dans *Petunia violacea* hyb. var. *superbissima* Hort.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Emile F. Terroine* et *Mlle Hélène Matter* (prés. par M. Henneguy). — **Loi quantitative de la dépense azotée minima.**

Dans toute la série des homéothermes, la dépense azotée minima de l'adulte, par unité de poids, est rigoureusement proportionnelle à l'intensité minima de sa production calorique.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *A. Fernbach*, *M. Schoen* et *Motohichi Mori* (prés. par M. G. Bertrand). — **Action de la levure sur les sucres rendus optiquement neutres par les alcalis dilués.**

Si l'on soumet à l'action de diverses levures le liquide optiquement neutre additionné des substances nutritives nécessaires, on constate, dès que la fermentation se déclare, que le liquide devient optiquement actif. Le sens de la rotation dépend du type de la levure employée. Ainsi, avec une levure de bière ordinaire, la rotation devient gauche, et augmente peu à peu jusqu'à un certain maximum, pour diminuer ensuite jusqu'à la valeur zéro; après quoi elle passe à droite jusqu'à une certaine valeur qu'elle atteint lorsque la fermentation est achevée.

Si on emploie une levure capable de faire disparaître d'abord la lévulose, comme les levures de Sauterne, on assiste à un phénomène inverse : la rotation du liquide mis en fermentation devient rapidement droite : elle atteint un certain maximum, et décroît ensuite jusqu'à une valeur qui ne se modifie plus, ce qui indique la fin de la fermentation.

— *Jean-Jacques Trillat* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur l'attribution aux électrons secondaires de l'action des rayons X sur les microorganismes.**

L'action bactéricide des rayons X secondaires est due presque uniquement au bombardement des microbes par les électrons issus du radiateur. L'action bactéricide des rayons ondulatoires de grande longueur d'onde s'expli-

que alors par le fait que ces rayons sont fortement absorbés dans la culture et provoquent sur place l'ionisation et, par suite, le borbardement électronique.

Il semble donc bien que ce qui agit lorsque les rayons X frappent la matière vivante, c'est non pas le phénomène ondulatoire primaire, mais le phénomène secondaire et *corpusculaire* qu'ils déclenchent.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L. Lutz* (prés. par M. L. Guignard). – **Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons Hyménomycètes : actions antioxygènes superposées aux actions réductrices.**

L'étude antérieure des actions antioxygènes s'appliquait exclusivement aux catalyses positives. Il était permis de supposer qu'inversement l'addition d'un antioxygène à un milieu réductible devait favoriser les actions de réduction, en catalysant inversement les oxydations déterminées par les mycéliums vivants d'Hyménomycètes. Les expériences instituées par l'auteur l'ont amené à mettre en évidence, d'une manière particulièrement nette, la superposition des actions oxydante, antioxygène et réductrice.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Ch. Barrois, P. Sabatier et M. d'Ocagne sont désignés, pour représenter l'Académie aux fêtes du cinquième centenaire de la fondation de l'Université de Louvain, qui auront lieu le mardi 28 et le mercredi 29 juin 1927.

— M. Antoine Balland, Correspondant pour la Section d'Economie rurale est mort le 6 janvier à l'âge de 81 ans.

Ses travaux ont été principalement consacrés aux questions se rattachant à l'économie alimentaire et à l'hygiène.

— M. Charles Eugène Guye a été élu Correspondant pour la section de Physique générale, par 43 suffrages (sur 46 votants), en remplacement de M. Kamerlingh Onnes élu Associé étranger le 7 décembre 1925 (M. Kamerlingh Onnes est mort le 21 février 1926).

M. C. E. Guye, directeur du laboratoire de Physique à l'Université de Genève est le frère du chimiste Philippe-Auguste Guye, Correspondant de l'Académie, mort le 27 mars 1922. Les deux frères avaient résolu l'important problème de la fixation de l'azote par l'arc électrique.

M. Charles Eugène Guye est l'inventeur d'une nouvelle méthode photographique qui l'a conduit à une vérification précise de la formule de Lorentz-Einstein. On lui doit aussi la démonstration des propriétés isolantes des gaz comprimés, découverte qui lui a permis de réaliser un électromètre sous pression fonctionnant jusqu'à 100.000 volts. Parmi ses autres travaux, on doit citer également ses recherches sur les électrons, et celles relatives aux propriétés élastiques des métaux.

— L'Académie est autorisée à accepter le legs qui lui a été fait par M. Albert Roy.

Académie d'Agriculture. — M. Rouart a été élu membre non résident.

Observatoires. — *Observatoire de Paris.* — La composition du Conseil est fixée comme suit :

1° Quinze membres nommés par décret, pour trois ans, sur la proposition du Ministre de l'Instruction publique et des beaux-arts, et comprenant :

a) Deux représentants de chacun des Ministères de la Guerre, de la Marine et de l'Instruction publique, et un représentant de chacun des Ministères de l'Agriculture et du Commerce;

b) Six membres de l'Académie des sciences ou du Bureau des longitudes;

c) Un représentant de l'Université de Paris;

2° Le directeur de l'Observatoire;

3° Deux représentants désignés pour trois ans par le personnel scientifique de l'Observatoire, et pris dans ce personnel. (*J. O.*).

Manufactures nationales. — M. Lechevallier-Chevignard est nommé Directeur de la Manufacture de Sèvres.

M. Planes est nommé Directeur de la Manufacture des Gobelins.

M. Ajalbert est nommé Directeur de la Manufacture de Beauvais.

Office national des Recherches et des Inventions. — M. Louis Lumière est désigné pour faire partie du Jury chargé de décerner le prix Jean Barès.

Société de Physique. — La Société a nommé son bureau pour 1927. Ont été élus : Président : M. Louis Lumière; Vice-président : M. Debierne; Secrétaire général : M. Dunoyer; Secrétaire, M. Louis de Broglie; Vice-secrétaire, M. Jules Baillaud; Trésorier, M. Jobin.

Comité scientifique du pétrole. — M. Bihoreau, ingénieur à l'Office national des combustibles liquides est nommé Secrétaire général adjoint du Comité scientifique du pétrole et des combustibles liquides en remplacement de M. Brunschweig, ingénieur en chef des Mines. (*J. O.*).

Anniversaire de la mort de Newton. — Le 20 mars 1927, sera célébré le 200e anniversaire de la mort de Newton. Une réunion scientifique commémorative aura lieu à Grantham, ville voisine de Woolstorpe, lieu de naissance de l'illustre savant. Sir J. J. Thompson, sir Frank Dyson; le Dr J. H. Jeans, le Professeur G. H. Hardy et le Dr Horace Lamb parleront de l'œuvre de Newton en physique, en astronomie, en mathématique et en mécanique. Le soir, à l'issue d'un banquet, le Professeur E. T. Whittaker et le Professeur H. H. Turner prendront également la parole.

La Société Astronomique de France consacrera sa séance d'avril à célébrer le grand savant anglais.

Société Faraday. — La « Faraday Society » organise une discussion générale sur la Théorie des électrolytes concentrés. Cette discussion aura lieu à Oxford les 22 et 23 avril.

La première journée sera consacrée à la mobilité des ions et la deuxième à l'activité des électrolyses concentrés. On espère que les savants les plus qualifiés de la Grande-Bretagne et du Continent prendront part à cette réunion.

Des facilités de voyage et de séjour ont été envisagées.

Comité national Italien de Géographie. — Le Comité Italien de Géographie entreprend des études géographiques en Palestine : avec l'autorisation du gouvernement Britannique et des gouvernements de Palestine et de Transjordanie, l'expédition doit faire des levés à grande échelle de la mer Morte et du Jourdain, une exploration géologique et des observations prolongées sur les changements dans le lit de la mer Morte, et aussi sur les conditions météorologiques de la région.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — M. Paul Lapie, Recteur de l'Académie de Paris, est mort le 24 janvier. Il avait succédé dans ces hautes fonctions à M. Apell.

M. Charléty, Recteur de l'Académie de Strasbourg, est nommé Recteur de l'Académie de Paris en remplacement de M. Paul Lapie, décédé.

— *Faculté des Sciences.* — M. Duval a soutenu, le 25 janvier, une thèse pour le doctorat ès-sciences, sous le titre : « *Contribution à l'étude des cobaltiamines.* »

M. Jean a soutenu le 26 janvier une thèse pour le doctorat ès-sciences sous le titre : « *Essai sur l'anatomie comparée du liber interne dans quelques familles de dicotylédones. Etude des plantules.* »

— Statistique des étudiants pour l'année scolaire 1925-1926 :

Etudiants inscrits pour les diverses disciplines :

Concours de l'Agrégation	Sciences mathématiques		10
	Sciences physiques		15
	Sciences naturelles		4
Doctorat d'Etat	Sciences mathématiques		6
	Sciences physiques		19
	Sciences naturelles		21
Doctorat d'Université			13
Diplômes d'Etudes supérieures			13
Certificat d'Etudes supérieures			2 539
Certificat d'Etudes P.C.N.			694
Institut de Chimie appliquée			214
Etudiants ne postulant aucun grade			243
Total des étudiants inscrits			3.891

contre 3.461 en 1924-1925.

Ces 3.891 étudiants se répartissent ainsi :

Hommes	Français	2.317	3.216
	Etrangers	899	
Femmes	Françaises	547	675
	Etrangères	128	

Le nombre des étudiants français (hommes et femmes) est donc de 2.864.

Les étudiants étrangers au nombre de 1.027 se répartissent ainsi par nationalités :

Allemagne	7	Lettonie	15
Angleterre	10	Lithuanie	29
Annam	6	Luxembourg	2
Argentine	4	Maurice (Ile)	3
Arménie	9	Mexique	2
Autriche	3	Norvège	4
Belgique	11	Palestine	3
Bolivie	2	Panama	1
Bulgarie	20	Pays-Bas	2
Canada	2	Pérou	7
Chili	3	Perse	12
Chine	42	Pologne	204
Colombie	4	Portugal	2
Danemark	2	Roumanie	183
Républ. Dominicaine	1	Russie	214
Egypte	30	Salvador	1
Etats-Unis	12	Serbie	11
Espagne	7	Suède	2
Esthonie	4	Suisse	21
Géorgie	1	Syrie	5
Grèce	35	Tchéco-Slovaquie	13
Haïti	1	Tunisie	1
Hongrie	40	Turquie	9
Indes anglaises	5	Ukraine	3
Italie	2	Vénézuéla	9
Irlande	1	Yougo-Slavie	2
Japon	4		

Examens :	Présentés	Ajournés	Reçus
Certificats d'études P.C.N.	710	256	454
Certificats d'études supérieures :			
Calcul différentiel et calcul intégral	152	114	38
Mécanique rationnelle	201	157	44
Astronomie	37	25	12
Analyse supérieure	27	12	15
Géométrie supérieure	17	7	10
Mécanique céleste	4	1	3
Mécanique analytique	1	1	0
Calcul des probabilités et physique mathématique	15	6	9
Mathématiques préparatoires à l'étude des sciences physiques	546	377	169
Mécanique physique et expériment.	107	62	45
Technique aéronautique	15	9	6
M.P.C.	9	5	4
Physique générale	327	170	157
Electrotechnique générale	48	29	19
Chimie générale	290	176	114
Physique du globe	6	2	4
Chimie appliquée	132	61	71
Optique appliquée	2	2	0
Minéralogie	52	10	42
Chimie physique et radioactivité	15	6	9
Chimie biologique	86	49	37
S.P.C.N.	137	46	91
Zoologie	37	17	20
Botanique	72	35	37
Géologie	47	27	20
Physiologie végétale	59	30	29
Géographie physique	13	2	11
Embryologie générale	8	2	6
Géologie appliquée	6	1	5
Doctorats :			
Es-sciences mathématiques	6	»	6
Es-sciences physiques	21	»	21
Es-sciences naturelles	23	»	23
D'Université	14	»	14

L'Université a reçu en 1925 comme docteurs *honoris causa* présentés par la Faculté des Sciences :

M. Ch. de La Vallée-Poussin, professeur à l'Université de Louvain ;

Sir Ernest Rutherford, directeur du Cavendish Laboratory, à Cambridge.

Le budget de la Faculté des Sciences pour l'exercice 1925 a été de 3.176.118 francs.

La Faculté comprend actuellement 55 laboratoires, dont 20 seulement sont à la Sorbonne, les autres se trouvant établis soit dans Paris et la banlieue, soit en province.

— *Faculté de Pharmacie.* — Ont été nommés agrégés : MM. Delaby, Picon et René Fabre : pharmacie chimique ; M. Maseré : pharmacie galénique.

Muséum d'Histoire Naturelle. — *Cours de Zoologie.* — M. Louis Roule, Professeur, a commencé son Cours le 19 janvier à 14 h. 1/2 et le continuera à la même heure les mercredis et vendredis suivants.

L'enseignement sera divisé en deux parties.

1° Zoologie descriptive et biologique : Les formes et les attitudes chez les Poissons.

2° Leçons d'applications à la pisciculture et aux pêches.

Ces leçons commenceront fin février et seront annoncées ultérieurement.

Institut de Paléontologie humaine. — Les conférences ont lieu le samedi à 17 heures, 1, rue René Panhard :

12 février. — M. J. Piveteau : *Les théories sur l'origine de l'Homme avant et après Darwin.*

19 février. — M. A. V. Vallois : *Y a-t-il une ou plusieurs souches humaines?*

26 février. — M. R. Vaufray : *La Préhistoire en Sicile.*

5 Mars. — M. E. Pittard. : *Les premières populations lacustres de la Suisse.*

12 mars. — M. H. Breuil : *De l'Art et de l'Ecriture à la fin de la Préhistoire.*

19 mars. — M. R. Verneau : *Les Boschimians.*

Les Cartes d'admission aux Conférences doivent être demandées au Directeur de l'Institut de Paléontologie humaine, 1, rue René Panhard, Paris XIII^e^.

Conservatoire National des arts et métiers. — Le Conservatoire a été autorisé à accepter la donation faite par M. Henri Gabelle et consistant en 145 francs de rentes destinées à la création d'un prix à décerner annuellement, sous le nom de « Fondation Henri Gabelle » à l'élève le plus méritant des cours du soir de l'établissement.

— *Conférences d'actualités scientifiques et industrielles.* — Ces conférences sont publiques, elles ont lieu dans l'amphithéâtre A, à 17 heures 30.

La Physique moderne et ses applications industrielles :

31 janvier. — M. E. Borel, Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne : *Les lois physiques et les probabilités.*

3 février. — M. J. Perrin, Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne : *Le mouvement brownien.*

7 février. — M. J. Perrin, Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne : *Molécules et atomes.*

10 février. — M. E. Bloch, Professeur à la Sorbonne : *Conductibilité électrique des gaz. Etincelles électriques et autres formes de la décharge dans les gaz.*

14 février. — M. L. Bloch, Assistant à la Sorbonne : *Rayons cathodiques. Electrons.*

17 février. — M. H. Abraham, Professeur à la Sorbonne: *La lampe à trois électrodes et ses applications à la T. S. F.*

21 février. — M. Bauer, Professeur à l'Université de Strasbourg : *Rayons positifs. Isotopes. Lois de Proust. Protons.*

24 février. — Mme P. Curie, Professeur à la Sorbonne : *Les radioéléments et leurs radiations.*

28 février. — Mme I. Curie-Joliot, Assistante à l'Institut du Radium : *La préparation industrielle des radioéléments.*

3 mars. — M. Fr. Perrin, Assistant à la Sorbonne : *Structure de l'atome. Electrons planétaires. Noyau.*

7 mars. — M. L. Brillouin, Docteur ès-sciences : *Quanta. Raies spectrales.*

10 mars. — M. de Broglie, Membre de l'Institut : *a*) Les *rayons X et les renseignements qu'ils apportent sur la structure des atomes et de la lumière;*

b) M. Jean Thibaud, Docteur ès-sciences : *La spectographie des rayons X.*

14 mars. — M. Holwek, chef de travaux à l'Institut du Radium : *Les rayons intermédiaires entre la lumière et les rayons X.*

17 mars. — M. Dauvillier, Docteur ès-sciences : *Le système spectral des rayons Röntgen et ses rapports avec la structure électronique des éléments.*

21 mars. — M. Jean Trillat, Docteurs ès-sciences : *Les rayons X et leurs applications industrielles.*

26 mars. — M. le Général Ferrié, Membre de l'Institut : *Les découvertes récentes de la T. S. F.*

28 mars. — M. P. Langevin, Professeur au Collège de France : *Atomes et étoiles.*

31 mars. — M. P. Langevin, Professeur au Collège de France : *Atomes et étoiles.*

Les Carburants :

1^er^ février : M. Matignon, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France : *La Catalyse.*

2 février. — M. Auclair, Ingénieur à l'Office national des recherches et des inventions : *Le charbon de bois.*

4 février. — M. Matignon, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France : *Comment se pose le problème de la synthèse des carburants.*

9 février. — M. Ch. Berthelot. Ingénieur-conseil : *La carbonisation de la houille à haute température. Son évolution.*

11 février. — M. Dumanois, Ingénieur en Chef de l'Aéronautique : *Les combustibles liquides.*

L'Eclairage :

16 février. — M. Fabry, Professeur à la Sorbonne : *Les lois du rayonnement et leur application à l'éclairage.*

18 février. — M. Fabry, Professeur à la Sorbonne : *Les progrès des lampes à incandescence.*

23 février. — M. Jouaust, sous-directeur du Laboratoire central d'Electricité : *Les unités et les méthodes photométriques.*

25 février. — M. Darmois, Chargé de cours à la Sorbonne: *L'éclairage par les gaz lumineux.*

2 mars. — M. Darmois, Chargé de cours à la Sorbonne : *La distribution et la bonne utilisation de la lumière.*

Les Résines artificielles :

4 et 9 mars : M. R. Dubrisay, Ingénieur en Chef des Manufactures de l'Etat : Deux conférences sur les résines artificielles.

Le Graissage :

Quatre conférences sur la Technique moderne du graissage, par M. J. Trillat, Docteur ès-sciences :

1^er^ avril. — *Théories récentes sur les phénomènes de graissage et applications pratiques.*

4 avril. — *Les matières premières de graissage. Extraction. Propriétés.*

6 avril. — *Contrôle et essais des lubrifiants.*

7 avril. — *Les divers modes de graissage. Emploi et choix des lubrifiants. Organisations en usine.*

Le Travail.

11 et 19 mars. — M. le Dr Zimmern, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris : *Les accidents du courant électrique* (2 conférences).

La Télévision.

18, 23 et 25 mars. — M. Ed. Belin : *La télévision et la transmission électrique de l'image* (3 conférences).

Ecole supérieure d'électricité. — L'Ecole a organisé en 1925 avec le concours de l'Institut d'optique, un nouvel enseignement relatif à l'Eclairage. Une nouvelle session s'ouvrira le 14 février prochain et se terminera vers le 15 mai.

Le programme comprendra :

1° Un enseignement oral de 25 à 30 leçons;

2° Un enseignement pratique d'une quinzaine de séances.

1° *Enseignement oral :*

Introduction générale; lois fondamentales de l'optique (réflexion, réfraction, diffusion, polarisation, etc.).

Définition et emploi des longueurs d'onde (M. Janet), 2 leçons.

Physique de l'éclairage : corps noir, corps à rayonnement sélectif. Définition des grandeurs utilisées dans les problèmes d'éclairage, unités (M. Fabry). 4 leçons.

Optique physiologique (Dr Couvreux), 3 leçons.

Photométrie (M. Joudust). 3 leçons.

Principes généraux de l'éclairage, éclairage des espaces découverts et des espaces clos (M. Darmois). 4 leçons.

Exemples particuliers d'éclairage des espaces clos (ateliers, écoles, magasins, etc.) M. N.). 2 leçons.

L'arc électrique (M. M. Leblanc). 1 leçon.

La lampe à incandescence (M. Ayral). 1 leçon.

Sources à combustion (M. Reclus). 2 leçons.

Installations électriques (M. Jouvion). 1 leçon.

Eclairage des trains (M. Lebaupin), 1 leçon.

Phares et projecteurs (M. J. Rey). 2 leçons.

Etalons primaires de lumière (M. Fleury). 1 leçon.

2° *Enseignement pratique :*

Etude sommaire d'un spectre; mesure des longueurs d'onde.

Photométrie. — Spectrophotométrie.

Etude des principales sources; flux lumineux, répartition, etc.

Mesure des éclairements dans les espaces clos, influence de la nature et de la répartition des sources, de la nature des parois.

Mesure des éclairements dans les espaces découverts, rues, places, etc.

Etude d'un projecteur, d'un phare d'automobile, etc.

A la suite de cet enseignement, tant oral que pratique, un projet d'éclairage sera donné aux élèves qui, de plus, subiront un examen tant sur l'enseignement oral que sur l'enseignement pratique.

Comme sanction de ces diverses épreuves, il sera délivré un certificat ou un brevet.

Frais d'études :

Les frais d'études sont de 1.000 francs pour l'ensemble des cours et des travaux pratiques, et de 600 fr. pour les cours seulement.

Inscriptions :

Les inscriptions sont reçues à l'Ecole Supérieure d'Electricité, 14, rue de Staël, Paris (15e).

Le nombre des inscriptions pour l'enseignement complet (cours et travaux pratiques) est limité.

Ecole Nationale d'Horticulture de Versailles. — Un concours sur titres sera ouvert le 2 mars 1927 à 9 h. 30 du matin, à l'Institut national agronomique pour la nomination d'un professeur de Pathologie végétale à l'Ecole nationale d'Horticulture.

Le jury pourra demander aux candidats de développer un point du programme d'enseignement qu'ils présenteront.

Pour être admis à concourir, les candidats devront avoir 35 ans au plus le jour de l'ouverture du concours, à l'exception des fonctionnaires de l'Etat commissionnés.

Ils devront adresser leur demande sur timbre le 28 février 1927 au plus tard à M. le Ministre de l'Agriculture (Direction de l'Agriculture, 1er Bureau). Voir, pour les pièces à fournir le *Journal officiel* du 1er février 1927, p. 1388).

Université de Montpellier. — *Faculté des Sciences.* — M. Jeannel, Maître de conférences à Toulouse, détaché à l'Université de Cluj (Roumanie) est nommé Maître de conférences de zoologie.

— *Faculté de Pharmacie.* — M. **Canals** est nommé Agrégé : pharmacie chimique.

Université de Nancy. — *Faculté de Médecine.* — M. Parisot, Agrégé, est nommé Professeur d'Hygiène et de Bactériologie, en remplacement de M. Macé.

Université de Rennes. — *Faculté des Sciences.* — M. Sollaud, Maître de conférences de zoologie à Montpellier est nommé à la Faculté de Rennes.

Université de Toulouse. — *Faculté des Sciences.* — M. Vandel, Maître de Conférences de zoologie à Montpellier est nommé à la Faculté de Toulouse.

Université de Lyon. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — M. Rollet, membre du Conseil de l'Université est nommé pour 3 ans assesseur du Doyen, en remplacement de M. Roque, mis à la retraite.

M. Savy, agrégé est nommé Professeur de Thérapeutique, Hydrologie et Climatologie, en remplacement de M. Pic.

Université d'Aix. — *Faculté des Sciences.* — M. Taynard, Professeur de calcul différentiel et intégral à la Faculté de Besançon est nommé à la Faculté d'Aix, en remplacement de M. Eugène Fabry.

Université de Bordeaux. — *Faculté des Sciences.* — M. Cousin, Professeur de Calcul différentiel et intégral, est nommé Doyen pour trois ans à dater du 1er janvier 1927.

Université de Strasbourg. — *Faculté de Médecine.* — M. Masson est désigné pour exercer les fonctions de Professeur à la Faculté de Médecine de Montréal (Canada).

Université d'Alger. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — Les emplois d'agrégé de Chimie médicale (un) et d'Obstétrique (un) sont déclarés vacants.

Un délai de 20 jours (à compter du 27 janvier) est accordé aux candidats pour faire valoir leurs titres.

Ecoles de plein exercice de Médecine et de Pharmacie. — *Marseille.* — M. Gaujoux, Professeur de Clinique dermatologique est nommé Professeur de Clinique médicale.

M. Cassouts est nommé Professeur de Clinique médicale infantile.

— *Nantes.* — M. Bahuaud, Professeur de Physiologie est nommé Professeur d'Anatomie, en remplacement de M. Bureau, décédé.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Crâniologie Paléosibérienne. (Néolithiques, Mongoloïdes, Tchouktchi, Eskimo, Aléoutes, Kamtchadales, Ainou, Ghiliak, Négroïdes du Nord), par le Dr George Montandon. (Extrait de l'*Anthropologie*). In-8° de 88 pages avec 17 figures et 2 cartes. Masson, éditeur, Paris.

Au cours d'un séjour à Vladivostok et à l'île de Hokkaïdo, M. Montandon a rapporté une série de crânes dont il donne une importante étude, en même temps que celle des crânes paléosibériens conservés dans les collections du Muséum national d'Histoire naturelle. Voici les conclusions de l'auteur :

« 1° Les crânes du Muséum, provenant en majorité de villages aujourd'hui exclusivement habités par des Tchouktchi, sur les côtes nord, est et sud de la pres-

qu'île, sont des crânes eskimo, ne correspondant pas aux données que l'on possède sur la population tchouktche actuelle.

2° Alors que le type eskimo est le plus pur sur les terres américaines de l'Est (côte occidentale du Groenland exceptée), va en s'atténuant vers l'Ouest et paraît aujourd'hui le plus atténué chez les Eskimo de l'Alaska, de l'île Saint-Lawrence et des villages eskimos de la côte asiatique du détroit de Behring, les crânes en question représentent le type eskimo de façon plus caractérisée que les Eskimo des régions précitées de l'Ouest.

3° Il en résulte que la presqu'île Tchouktche a été auparavant habitée par une population somatiquement eskimo. Le territoire séparant les Amarindiens de l'Alaska des populations paléosibériennes plus ou moins mongolisées n'était donc pas représenté, comme aujourd'hui, par une bande mince le long de la côte de l'Alaska, mais par une aire large qui comprenait pour le moins, en Asie, toute la presqu'île Tchouktche.

4° Cet élargissement de l'aire occupée par les eskimo outre les Paléosibériens et les Amérindiens ne contredit pas à l'apparentement probable des deux derniers groupes, mais rend peut-être plus problématique une récurrence améridienne spéciale vers l'Asie, récurrence qui est censée se manifester somatiquement surtout chez les Tchouktchi actuels. Le Tchouktchi actuel pourrait s'expliquer par la fusion d'éléments sibéro-amérindiens prolomorphes, eskimo et mongoliques, sans faire intervenir de récurrence, cela dit du point de vue morphologique, les coutumes et les langues pouvant voyager indépendamment du sang.» L. Fr.

Synthèses et catalyses industrielles. Fabrications minérales, par Paul Pascal, Professeur à la Faculté des Sciences de Lille. Gd. In-8° de 452 pages avec 275 figures. J. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 45 fr.

Cet ouvrage reproduit presque complètement les leçons professées par l'auteur en 1919, 1920 et 1922 à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille. Il renferme l'étude des procédés synthétiques et catalytiques relatifs aux industries de l'ammoniac, de l'urée, de la cyanamide et des cyanures, de l'acide nitrique, de l'acide sulfurique, du chlore et de l'acide chlorhydrique.

Destiné principalement aux ingénieurs-chimistes, on n'y trouve que les notions théoriques strictement nécessaires à la compréhension des réactions industrielles qui interviennent dans les industries étudiées. Par contre, de très nombreux diagrammes, beaucoup de données numériques et une grande abondance de figures rendent sa lecture particulièrement profitable aux techniciens et même aux étudiants, en leur montrant comment on passe de la théorie et du laboratoire à la réalisation industrielle

Contrairement à ce qui se passe pour certaines monographies de chimie industrielle le livre de M. Pascal n'est pas encombré par les descriptions de brevets d'intérêt secondaire; seuls les procédés ayant fait leurs preuves, ainsi que les données nouvelles sur lesquelles se baseront les progrès de l'avenir, sont développés aussi complètement que possible. En outre, de nombreuses indications bibliographiques, permettant de se reporter aux mémoires originaux et aux meilleures publications spéciales, augmentent encore la valeur scientifique de cet ouvrage qui est un véritable traité des plus modernes procédés de la grande industrie chimique, au moins pour quelques-unes de ses branches les plus importantes.

A. B.

Dictionnaire de chimie des parfums, par Félix Cola. Préface du Dr H. Labbé. In-4°. Les éditions de la Revue des Marques, 43, rue Gambetta, Paris (20e). — Prix : 30 francs.

Le livre de M. Cola n'est pas un traité, mais un *vademecum* qui demain se trouvera sur toutes les tables du laboratoire de la spécialité aussi bien que sur le bureau du chimiste ou du chef d'industrie. C'est un guide alphabétique commode, qui, sans s'embarrasser de divisions en groupes chimiques compliqués, fournit immédiatement au chercheur les renseignements techniques souhaités. Il donne le nom usuel ou l'appellation synonyme ainsi que le symbole chimique détaillé des principaux produits parfumés ou employés comme solvants. Il énumère ensuite les origines naturelles et les propriétés principales de chacun d'eux, en indiquant la note de parfum qu'il peut contribuer à rendre, soit seul, soit en mélange. Un chapitre, enfin, donne en résumé les méthodes de contrôle essentielles. J. B.

Les Moteurs à explosion, par Edmond Marcotte, ancien Chef de Service de la Réparation des Moteurs d'Avions. In-16 de 200 pages avec figures. (*Collection Armand Colin.*. Colin éditeur, Paris. — Prix : 9 fr. 50.

L'extension considérable qu'ont prise les moteurs à explosion dans leur emploi pour les automobiles, les avions, les vedettes marines, les ateliers, etc., rendent difficile de condenser, sous un si petit format, la synthèse de cette importante question. Cependant, M. Marcotte, dans ces 200 pages a su mettre en lumière tout ce qui est susceptible d'intéresser le lecteur, aussi bien au point de vue théorique qu'au point de vue pratique : il indique avec précision, et une grande clarté, tout ce que lui a enseigné sa longue pratique des moteurs à explosion; les constructeurs eux-mêmes pourront consulter, avec fruit, ce nouveau volume de la *Collection Colin*. S. R.

Marine Structures. Their deterioration and preservation, par William G. Atwood et A. A. Johnson. In-8° avec nombreuses figures, publié par le *National Research Council*, Washington.

Cet ouvrage présente le résultat détaillé des expériences faites en différents ports des Etats-Unis sur la conservation des matériaux placés dans l'eau de mer. Les destruction dûes aux animaux, crustacés et mollusques, tant dans le bois que dans la pierre, sont étudiées avec un grand luxe de photographies, graphiques, tableaux et diagrammes. Différents remèdes plus ou moins efficaces sont signalés. Toutes les personnes qui s'intéressent aux travaux maritimes consulteront avec fruit ce livre fondamental, qui comprend un ensemble de données qu'on ne trouvait jusqu'ici qu'éparses dans les revues techniques.

J. R.

Rabelais notre maître. Son œuvre, sa doctrine, le Pantagruélisme, par le Dr William Nicati (Alcuin Miliait). In-16 de 246 pages. Editions *Quo Vadis*, Marseille. — Prix : 9 francs.

L'auteur s'est proposé, après tant d'autres, d'extraire de l'œuvre rabelaisienne la « substantifique moelle ». Il l'a fait avec méthode, avec conviction, mais non sans quelque naïveté. Etudier tour à tour le psychologue, le philosophe, le moraliste, le prophète, le comique : c'est bien. Mais présenter Rabelais comme le précurseur d'Einstein, de Cl. Bernard, de Freud, de Tardé et de Bergson, comme le guide sûr des intelligences et des volontés, lui donner du « penseur émérite » : n'est-ce pas beaucoup ? Et est-ce se montrer fidèle aux enseignements du maître « vengeur de la mesure, destrousseur d'amphigourisme et de galimatias ? » R. T.

Comment l'agriculteur peut aider ses ouvriers, par Ad. Toussaint. Gr. in-8° 48 pages. Librairie agricole. 26, rue Jacob. — Prix : 3 francs.

Sous la direction de Henry Girard dans la collection de « défense agricole » ce nouveau volume apprend aux agriculteurs ce qu'il faut tirer d'utile des nombreuses lois sociales. Il traite des Sociétés, des retraites, des maladies, de l'assistance médicale, des vieillards et infirmes, des accidents, du livret de prévoyance, de l'assistance aux femmes en couches, des primes d'allaitement, de natalité, des familles nombreuses, de la participation aux bénéfices, des primes à la production, de ccopératives, des habitations à bon marché, etc., etc.

Quand on songe au dédale de lois et règlements que nous devons savoir et appliquer journellement comme chefs d'exploitation agricole, on ne peut que se réjouir d'avoir un manuel qui puisse servir de fil conducteur. Et sans compter que l'Etat prétend souvent nous rendre responsables de l'inexécution par les intéressés des obligations qui leur incombent. La loi sur les retraites ouvrières, par exemple, qu'est-elle devenue ? L. R.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

F. d'Hérelle. — Le Bactériophage et son comportement 2e édition. In-8° de 552 pages avec 23 figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 60 fr. 20.

A. E. M. Blanc. — Le chef mécanicien-électricien. T. III. Mécanique générale. In-16 de 664 pages avec 420 figures. Desforges, éditeur, Paris. — Prix : 45 francs.

H. Faye. — Cours d'Astronomie et de Géodésie. Revu et mis à jour par le Général Bourgeois. 1re partie, 1er fasc. In-8 de 350 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

Karl Petren. — Les différentes formes de l'Arsenicisme. In-8° de 128 pages. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 16 fr. 80.

J. Lochot. — Le Chrysanthème. 2e édition. In-16 de 186 pages et 44 figures. Librairie agricole, 26, rue Jacob, Paris. — Prix : 11 francs.

A. Thévenot et *F. Lesourd.* — L'escargot et la grenouille comestibles. 3e édition. In-16 de 124 pages. Librairie agricole, 26, rue Jacob, Paris. — Prix : 7 francs.

J. Simonnot. — Les accidents du travail agricole et l'assurance par la mutualité. In-16 de 96 pages. Librairie agricole, 26, rue Jacob, Paris. — Prix : 6 francs.

A. Pavie. — Comment rédiger un bail à ferme payable en denrées. In-16 de 32 pages. Librairie agricole, 26, rue Jacob, Paris. — Prix : 3 francs.

Dr E. Osty. — Une faculté de connaissance supranormale. Pascal Forthuny. In-16 de 180 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

The cleaning and restoration of Museum exhibits. — Third Report upon investigations conducted at the British Museum. In-8° de 70 pages avec 59 planches. London, Adastral House, Kingsway w.c. 2. — Prix : 5 sh.

Paul Collard. — Cambodge et Cambodgiens. Métamorphose du Royaume Khimêr par une méthode française de protectorat. In-8° de 312 pages avec très nombreuses figures et plusieurs cartes. Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 17, rue Jacob, Paris.

V. Pauchet et *A. Gaehlinger.* — La constipation. Comment l'éviter. Comment la guérir. In-8° de 223 pages avec figures. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Marcel Courtines. — Où en est la physique ? In-8° de 312 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

H. Daudin. — Etudes d'histoire des sciences naturelles. — I. De Linné à Jussieu. 1 vol. in-8° de 264 pages. — II. Cuvier et Lamarck. 2 vol. in-8° de 460 et 338 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 80 francs.

P. Dechambre. — La vache laitière, 3e édition revue et augmentée. In-16 de 338 pages. Librairie des Sciences agricoles, 11, rue de Mézières, Paris. — Prix : 20 francs.

H. Lafère. — La culture commerciale des Raisins de table. Les meilleures variétés. In-8° de 60 pages avec figures. Librairie spéciale agricole, 58, rue Claude Bernard, Paris. — Prix : 8 francs.

Dr Huguier. — Aide-mémoire du vétérinaire praticien, 2 vol. in-16 de 960 pages avec figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 48 francs.

Marcel Biron. — Les vignobles domaniaux dans les provinces rhénanes. In-8° de 102 pages avec 24 planches. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 16 fr. 50.

Cornubert. — Généralités de chimie. (Essais d'introduction aux études biologiques). (Programme du P.C.N.). In-16 de 221 pages. Presses universitaires, Paris. — Prix : 20 francs.

René Mesny. — Les Ondes électriques courtes. In-8° de 160 pages avec figures. Presses universitaires, Paris. — Prix : 30 francs.

Paul Rabaté. — Le Berry géologique, climatologique et économique avec graphique et carte. In-8° de 164 pages. En vente chez l'auteur, à Vatan (Indre). — Prix : 15 francs.

Wetzel. — Les méthodes modernes d'éclairage. Technique et utilisation de la lumière. In-8° de 140 pages avec 122 figures. Eyrolles, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Tables annuelles de constantes à données numériques de Chimie, de Physique et de Technologie. Vol. V, 2e partie (1917-1922). In-4° de LII-1126 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 490 francs.

G. Mouriquand. — Précis de diététique et des maladies de la nutrition chez l'enfant et chez l'adulte. In-8° de 820 pages avec 60 figures et 3 planches en couleurs. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 60 francs.

Charles Michel. — Compléments de géométrie moderne. In-8° de 320 pages. Vuibert, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

Emm. de Martonne. — Les grandes régions de France. Description photographique avec Notices géographiques. Cévennes et Causse. Un album avec 60 planches et 3 cartes. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

Annuaire pour l'an 1927 publié par le Bureau des Longitudes, avec des Notices scientifiques, Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 11 fr. 20.

Les Ressources forestières de l'Indo-Chine. — Brochure in-4° de 12 pages. Publiée par l'Agence économique de l'Indo-Chine, 20, rue La Boëtie, Paris.

Etat de l'industrie séricicole en Annam en 1924-1925. — Brochure in-16 de 19 pages avec 2 figures et 1 carte. Editions de l'*Eveil économique*, Hanoï.

Le Gérant : M. Hédan.

Impr. P. & A. Davy, 52, rue Madame, Paris.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 4 — 65e ANNÉE — 26 FÉVRIER 1927

CHARLES HENRY ET L'APPLICATION DES MATHÉMATIQUES A LA BIOLOGIE

« Mathématiques, physique, chimie, biologie, « ont toujours été les diverses branches d'un « même arbre ; cependant, jusqu'ici, ces ra- « meaux divergeaient beaucoup les uns des « autres, et leurs feuil- « lages ne se tou- « chaient qu'en peu « de points. Aujour- « d'hui, ces diverses « ramifications ont « poussé si vigoureu- « sement de tous cô- « tés, qu'elles ne for- « ment plus qu'une « même frondaison « verte; l'observateur, « indécis, se demande « si le feuillage appar- « tient à telle ou telle « branche. » Ces paroles, d'un physico-chimiste moderne, Habert, nous dépeignent bien dans quel esprit les chercheurs contemporains travaillent. Charles Henry fut l'un des premiers, en France et dans le monde scientifique, à rapprocher les branches qui divergaient.

Fig. 31. — Charles Henry
Cliché Henri Manuel

Il n'hésita pas à vouloir les mélanger étroitement, à vouloir appliquer l'outil si délicat et si fin qu'est l'analyse mathématique, à cette matière encore si imprécise, si molle, sinon si gluante, qu'est la physiologie des sensations.

L'audace était grande, sinon étrange, et l'aventure a paru si hasardeuse à beaucoup de ses contemporains, que fort peu ont voulu le suivre sur ce sentier vertigineux. Le vertige est irraisonné ; le plus grand philosophe du monde ne passerait pas sur une planche fixée entre les deux tours de Notre-Dame, disait Pascal. Le danger est ici un effet de notre imagination. Un esprit différent tend à se faire jour aujourd'hui ; une hypothèse n'a pas à être vraie ou fausse en soi ; il suffit, pour qu'une hypothèse soit acceptable, qu'elle fournisse à un instant donné, un moyen commode de grouper des faits jusqu'ici isolés; il suffit qu'elle suggère une série d'expériences nouvelles, confrontables aisément avec la théorie.

Les théories de Ch. Henry suggèrent une foule d'expériences nouvelles ; bien plus, Ch. Henry se compromet jusqu'à donner des valeurs numériques, en sorte qu'il serait un jeu de vérifier ses vues.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

La physiologie d'il y a quinze ans était une espèce de friche inculte, hérissée de buissons épineux, où les fleurs rares et belles étouffaient au milieu des mauvaises herbes ; le chercheur s'orientait à grand-peine au milieu de ce dédale dépourvu de chemins. Il eût semblé que des vues d'ensemble, des théories précises, eussent dû le remplir d'aise, et étancher sa soif de simplification. Les théories se Ch. Henry restèrent pourtant sans écho ; les chercheurs n'aiment point travailler sur des théories qui ne sont point les leurs.

Charles Henry lui-même n'avait à sa disposition que des moyens matériels insignifiants, ne lui donnant à peu prés aucune possibilité de vérifier ses idées. Alors qu'il restait confiné dans d'étroites mansardes, partout à l'étranger, à New-York, à Berlin, s'élevaient des palais somptueux consacrés à la biologie. Les noms de Lœb et de Carrel sont devenus célèbres, ceux de Warburg et de Meyerhof sont en train de le devenir,, parce qu'ils ont eu, ou qu'ils ont encore, à leur disposition, des travailleurs nombreux, qui ont réalisé sous leur direction les expériences au fur et à mesure qu'ils les imaginaient.

Or, Lœb est devenu célèbre, parce qu'il a rendu compte par le calcul des diverses propriétés des solutions de gélatine ; Warburg a appliqué la théorie des quanta à l'assimilation chlorophyllienne ; Meyerhof a appliqué les lois de la thermodynamique à l'énergétique musculaire, calculant et mesurant toutes les quantités d'énergies qui interviennent au cours des diverses phases de la contraction du muscle.

L'esprit de tous ces chercheurs est le même : des hypothèses simples, volontairement trop simples, mais qui soient susceptibles de se traduire en chiffres concrets, de rendre compte numériquement des résultats d'expériences. L'état d'âme du biologiste et du physicien sont aujourd'hui identiques : une expérience n'a d'intérêt, que si elle est suggérée par une théorie générale ; elle ne vaut la peine d'être réalisée, que si elle conduit à des résultats numériques, permettant de la comparer instantanément à toute autre expérience du même genre.

Lœb a cherché le fondement de ses calculs dans des hypothèses atomistiques très simples ; Meyerhof les a pris dans les principes généraux de la thermodynamique. Charles Henry a choisi, pour le malheur de ses lecteurs, son point de départ dans la théorie la plus difficile, mais peut-être aussi la plus fructueuse de la physique, la théorie des quanta. Cette théorie fut émise par le physicien Planck. il n'y a pas vingt ans ; elle fut développée dans les dix dernières années seulement, et appliquée à la structure de l'atome par Bohr et tout récemment par Ladenburg, étendue enfin à la chimie par Perrin, par Bodenstein, et beaucoup d'autres chercheurs. Personne, avant Ch. Henry, n'avait eu l'idée de la faire sortir de la chimie physique.

Nous concevons aisément la matière comme constituée de particules indivisibles, les atomes et les électrons.

Nous concevons plus difficilement le passage de l'énergie d'un élément à un autre se faisant par sauts discontinus. Cette discontinuité de l'énergie est pourtant aujourd'hui universellement adoptée : l'énergie passe d'un élément de matière à un autre par un ou plusieurs « quanta », c'est-à-dire à raison de une, deux, trois, ou plus, unités indivisibles d'énergie. Ainsi le nombre simple, indivisible, s'introduit en physique ; ainsi il devient possible de représenter toutes les propriétés des atomes et de leurs ions, leurs propriétés chimiques, leur couleur et leur magnétisme (Ladenburg) par toutes les combinaisons possibles des nombres 1, 2, 3, 4.

C'est la réalisation exacte du rêve des Pythagoriciens : représenter les propriétés sensibles du monde par des nombres entiers. Les tout récents travaux, publiés l'année dernière, ne permettent plus de douter que cette théorie ne soit absolument générale, et ne rende compte. non pas d'une catégorie, mais de toutes les catégories des propriétés de la matière.

Donc elle s'applique aux êtres vivants.

Charles Henry a exercé son ingéniosité à retrouver, en partant de cette théorie, les principaux caractères de nos sensations, et des rythmes qui les caractérisent. Pour ne citer qu'un cas, où des expériences modernes, conduites tout à fait indépendamment de lui, tendent à lui donner raison, je ne parlerai que de sa théorie de l'odorat : les particules des matières odorantes agiraient, non directement par leur action chimique, mais par le pouvoir qu'elles ont d'absorber certains radiations intra-rouges définies ; ces bandes d'absorption infra-rouges sont reliées, en vertu de la théorie des quanta, aux fonctions chimiques considérées ; cela explique que les substances d'une même famille. chimique, par exemple les aldéhydes (toutes les aldéhydes ont une odeur très forte, tous les parfums sont des aldéhydes ou des cétones), exercent sur notre odorat des actions analogues, mais cependant impossibles à confondre : les bandes d'absorption infra-rouges n'ont jamais la même position dans le spectre. Ce n'est pas par action chimique directe que ces corps agissent : leurs fonctions chimiques sont beaucoup trop semblables ; d'autre part, des corps rigoureusement insolubles, mais volatils, ont des odeurs caractéristiques et un spectre infra-rouge. Si Charles Henry s'était borné, purement et simplement, à étendre les théories déjà établies de la physique à la biologie, il prendrait un rang honorable dans la légion des chercheurs contemporains. Il a voulu aller beaucoup

plus loin. Le physicien qui étudie la mécanique attribue aux corps une propriété qui est la masse gravifique ; le même physicien, étudiant l'électricité, imagine une masse électrique, étudiant le magnétisme, imagine une masse magnétique.

Pourquoi, s'est dit Ch. Henry, ne pas attribuer aux cellules vivantes une masse biologique ? Puisque jamais cellule vivante n'est issue d'autre chose que d'une cellule vivante, pourquoi ne pas la doter de propriétés, qui seront toujours des propriétés physiques, mais qui seront des propriétés nouvelles, spéciales à la matière vivante ?

Pour que cette hypothèse soit autre chose qu'une fumeuse rêverie, il suffit d'attribuer à cette masse biologique les propriétés mathématiques reconnues aux autres masses, de la supposer en équilibre énergétique avec ces autres masses, et cela conformément à la théorie des quanta ; il suffit enfin de donner aux coefficients numériques de ces grandeurs nouvelles, des valeurs telles que l'expérience ne contredise en aucun point les résultats du calcul. La notion de masse n'est plus aujourd'hui synonyme de quantité éternelle ; la théorie de la relativité nous a amenés à considérer la masse comme n'étant que de l'énergie condensée. Toute variation d'énergie d'un corps, par exemple toute variation dans sa vitesse de translation, ou dans sa température, entraîne une variation corrélative de masse, inaccessible jusqu'ici à l'expérience, mais calculable avec précision..

Il est donc possible d'imaginer une masse biologique, variable avec les conditions énergétiques, sans se mettre en contradiction avec aucun des principes de la physique moderne. De fait, le grain de masse biologique hypothétique de Charles Henry, serait d'un ordre de grandeur des milliards de fois inférieur à la masse de l'atome, ou même de l'électron.

La considération de cette masse, et de ses échanges d'énergie avec le milieu ambiant, n'a aucun intérêt évidemment dans l'étude de l'énergétique musculaire. Elle devient intéressante, lorsque l'on étudie les actions nerveuses, qui mettent en jeu des quantités d'énergie chimique extrêmement faibles. Ces actions nerveuses sont à la base de toute notre psychologie. Ainsi le pont, vainement cherché jusqu'ici par tous les physiologistes, qui permettrait de passer du phénomène chimique au phénomène vivant, serait la masse biologique. De même que les électrons des diverses molécules oscillent avec des périodes caractéristiques, et émettent ou absorbent de l'énergie avec une fréquence déterminée, de même les grains de masse biologique oscilleraient avec leurs fréquences propres, caractéristiques de chaque type de cellule, et constitueraient des résonateurs biologiques. Ainsi une cellule serait douée de rayonnement biologique propre, et capable de se mettre directement en équilibre d'énergie avec une autre cellule.

Il était tentant, dans cette voie, de se laisser entraîner par des déductions trop faciles, et de faire œuvre d'imagination pure ; Charles Henry a su se limiter ; il s'est bien gardé d'affirmer que tous les problèmes complexes qui hantent la physiologie et la psychologie modernes, étaient susceptibles d'être résolus par sa théorie.

Il s'est contenté de suggérer qu'il serait peut-être possible de bâtir un jour un chapitre de la psychophysiologie sur des données entièrement nouvelles. Il a voulu surtout montrer que le problème des relations de l'esprit et du corps était peut-être mal posé ; entre la solution purement mécaniciste, évidemment simple, vers laquelle tendent beaucoup de chercheurs aujourd'hui, et la solution d'un vitalisme plus ou moins mystique, contraire à l'esprit de la science contemporaine, se place une solution qui fait de la biologie une science autonome, et pourtant conforme aux méthodes des sciences exactes. Cette solution est idéaliste, et en cela elle est encore conforme à l'esprit de la philosophie contemporaine, aux tendances d'un Poincaré ou d'un Bergson.

A ma connaissance, Charles Henry est le premier penseur qui ait eu cette audace, et personne ne peut dire que cette audace était illégitime. Si l'on demande à un biologiste-physicochimiste d'aujourd'hui pourquoi il veut tout ramener à des lois déjà connues, il ne peut répondre que ceci : c'est une hypothèse de travail légitime et commode. Si le questionneur indiscret demande quels arguments appuient cette hypothèse, le savant fouillera dans une masse de papiers, et en tirera trois ou quatre tableaux de chiffres, établis grâce à des années de travail, et qui montrent que dans quelques cas grossiers, la matière des êtres vivants se comporte à peu près comme la matière inanimée.

Le visiteur, poli, ne dira rien pour ne pas décourager un chercheur si méritant, mais n'en pensera pas moins que l'universalité de l'hypothèse en question est loin d'être établie.

Au moment où Charles Henry arrivait aux résultats les plus remarquables et les plus originaux de sa théorie, il était déjà âgé, et dépourvu des moyens de donner à ses vues l'appui expérimental qu'elles méritaient. La mort est venu le surprendre, alors qu'il n'avait encore publié qu'un exposé provisoire de ses idées; il s'excusait lui-même auprès de ses amis, de la concision extrême de sa rédaction, de la confusion qui y régnait parfois, de l'obscurité apparente enfin, qui provenait de ce qu'il n'avait pas eu la place de citer les sources innombrables auxquelles sont érudition avait eu recours.

La maladie ne lui a pas laissé le temps de

parachever son œuvre ; elle risque peut-être d'en souffrir dans l'avenir.

Mais nous ne pouvons nous empêcher d'admirer un homme dont la vie a été si remplie, que l'œuvre de sa pensée n'a pu y trouver place tout entière.

L. Genevois.

LES RÉGIONS SEPTENTRIONALES DE LA RÉPUBLIQUE DE COLOMBIE

(AMÉRIQUE DU SUD)

1. — Situation géographique de la Colombie

Les Andes, qui bordent, vers l'Ouest, l'Amérique du Sud, forment, sur le territoire de la République de Colombie, trois grandes chaînes, les Cordillères occidentale, centrale et orientale, qui divergent du large massif montagneux, hérissé de nombreux volcans s'élevant plus au Sud en pays équatorien. A ce changement dans la disposition orographique générale des virgations circumpacifiques correspond une orientation nouvelle des lignes tectoniques qui prennent une direction SSO-NNE, avant de se rebrousser complètement vers l'Est, dans le Vénézuela et les Antilles néerlandaises. En même temps, le caractère volcanique de ces reliefs s'atténue et ne comporte plus, en Colombie, qu'un nombre restreint de cratères en activité ou récemment éteints. Les pitons éruptifs situés au-delà de la frontière de l'Equateur, sont localisés dans la Cordillère centrale de Colombie et ne dépassent pas, vers le Nord, la longitude de Bogota ; leur groupement le plus septentrional se dresse au-dessus de Manizales, dans le Tolima.

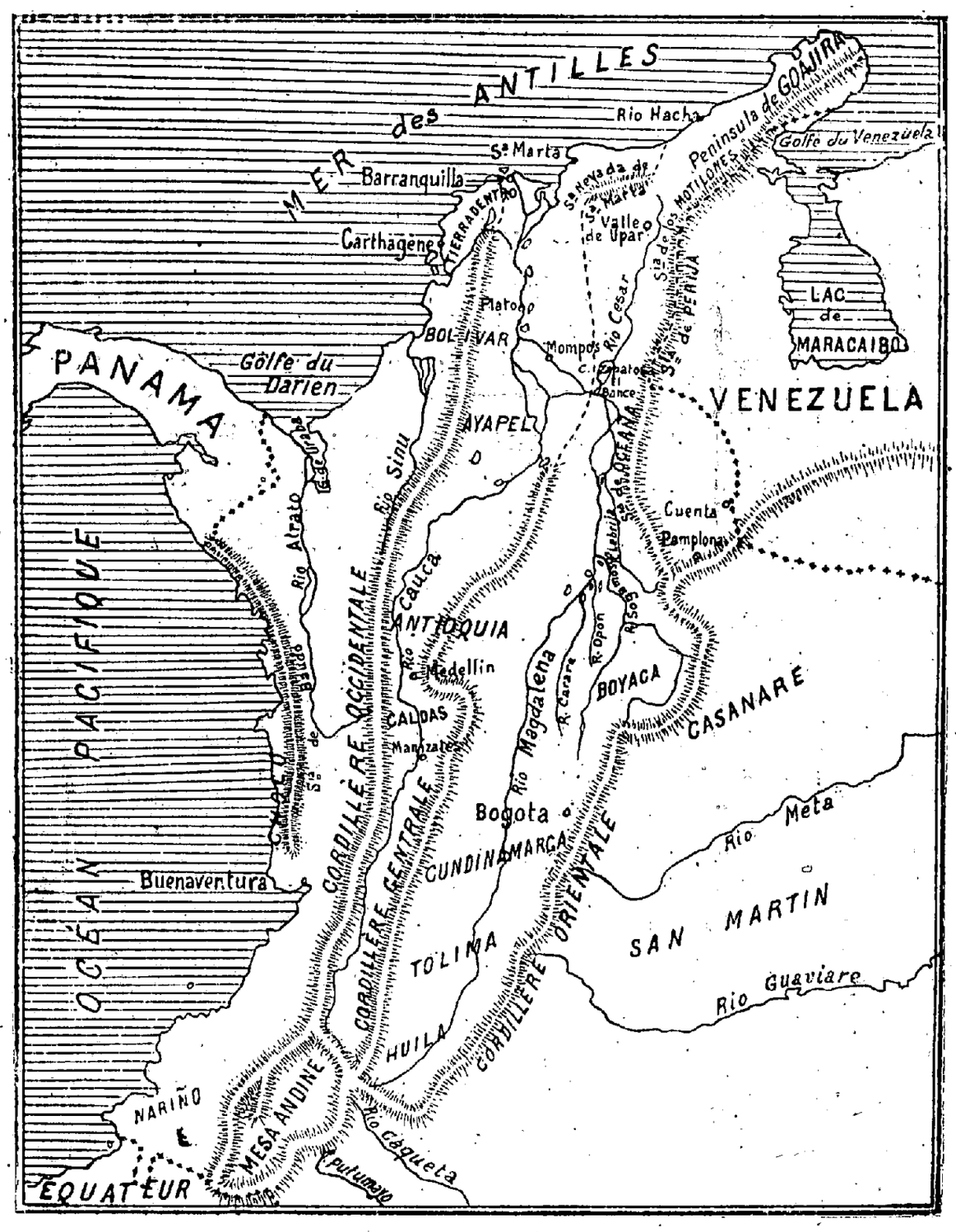


Fig. 32. — Carte de la Colombie

Entre les trois grandes arêtes montagneuses de la Nouvelle Grenade, se dessinent les deux fossés du rio Cauca et du haut Rio Magdalena. A l'Ouest de l'ensemble des principaux reliefs de la Colombie, le rio Atrato a creusé son thalweg au pied est des serranias de Baudo et du Darien, qui bordent le Pacifique. La Cordillère occidentale ne présente plus qu'un relief très atténué au Nord de la Mesa d'Antioquia où elle se prolonge, non loin du rivage de la mer des Antilles, par la ride montagneuse des Monts de Maric aboutissant à Tubara, au-dessus de Puerto Colombia. La Cordillère centrale s'ennoie sous la vallée du rio Magdalena, qui est décrochée entre Tamalameque et Magangue ; après avoir formé une ligne de cerros au Nord du Banco, cette chaîne se relève fortement pour constituer la Sierra Nevada de Santa Marta. Enfin, la Cordillère orientale, très imposante dans la Mesa Grenadine, bifurque vers Pampelune pour donner naissance, de part et d'autre de la cuvette du Maracaibo, à la Sierra de Merida, en territoire vénézuélien, et à la digue des serranias de la frontière entre ce dernier Etat et la Colombie. Tandis que les Cordillères colombiennes conservent toutes une orientation générale

submériclienne, les Andes vénézuéliennes prennent une direction le plus souvent subparalléligne qui se manifeste déjà, il est vrai, dans la péninsule de Goajira : ces faits sont particulièrement nets pour la chaîne caraïbe au Sud de Caracas, pour les montagnes de Coro, au Nord-Ouest de Puerto Gabello, et dans l'archipel de Curaçao. L'île de Trinidad correspond à la terminaison occidentale des plus méridionaux de ces accidents, qui dessinent alors des alignements Est-Ouest et sont recoupés par la côte atlantique, sans trace de rebroussement vers le Nord.

Dans tout le faisceau des plis qui s'étendent de la Colombie moyenne à Trinidad, d'importants gisements de pétrole ont été reconnus, qui font de ces régions l'une des parties du globe certainement les plus productives en naphte ; ils assurent aux divers Etats qui s'y sont créé des intérêts, une source de richesse d'autant plus intéressante que la proximité immédiate de la grande voie interocéanique du canal de Panama classe l'ensemble de ces pays au nombre des plus grands centres de communications mondiales.

II. — La côte atlantique de Barranquilla a Carthagène.

Les paquebots transatlantiques débarquent en général la majorité de leurs passagers à destination de la Colombie, dans le port de Puerto Colombia. Le trafic important de cet établissement maritime s'opère par un simple warf, sans aucune jetée de protection, et grâce à un chenal d'accès dragué sur une assez faible largeur. Du warf part un rail, qui relie le port de la mer des Antilles à la ville voisine de Barranquilla, édifiée sur la rive gauche du rio Magdalena, un peu en amont de son embouchure. Cette dernière cité, capitale du département de l'Atlantico, et peuplée de 75.000 habitants, concentre la plus grande partie de l'activité commerciale de l'Etat. Elle est le point de départ des services d'hydravion et de bateaux qui remontent le fleuve jusqu'à la hauteur de Bogota, capitale administrative de la République. Un réseau de pistes autocyclables à la saison sèche assure les communications entre cette prospère agglomération et la vieille ville forte espagnole de Carthagène.

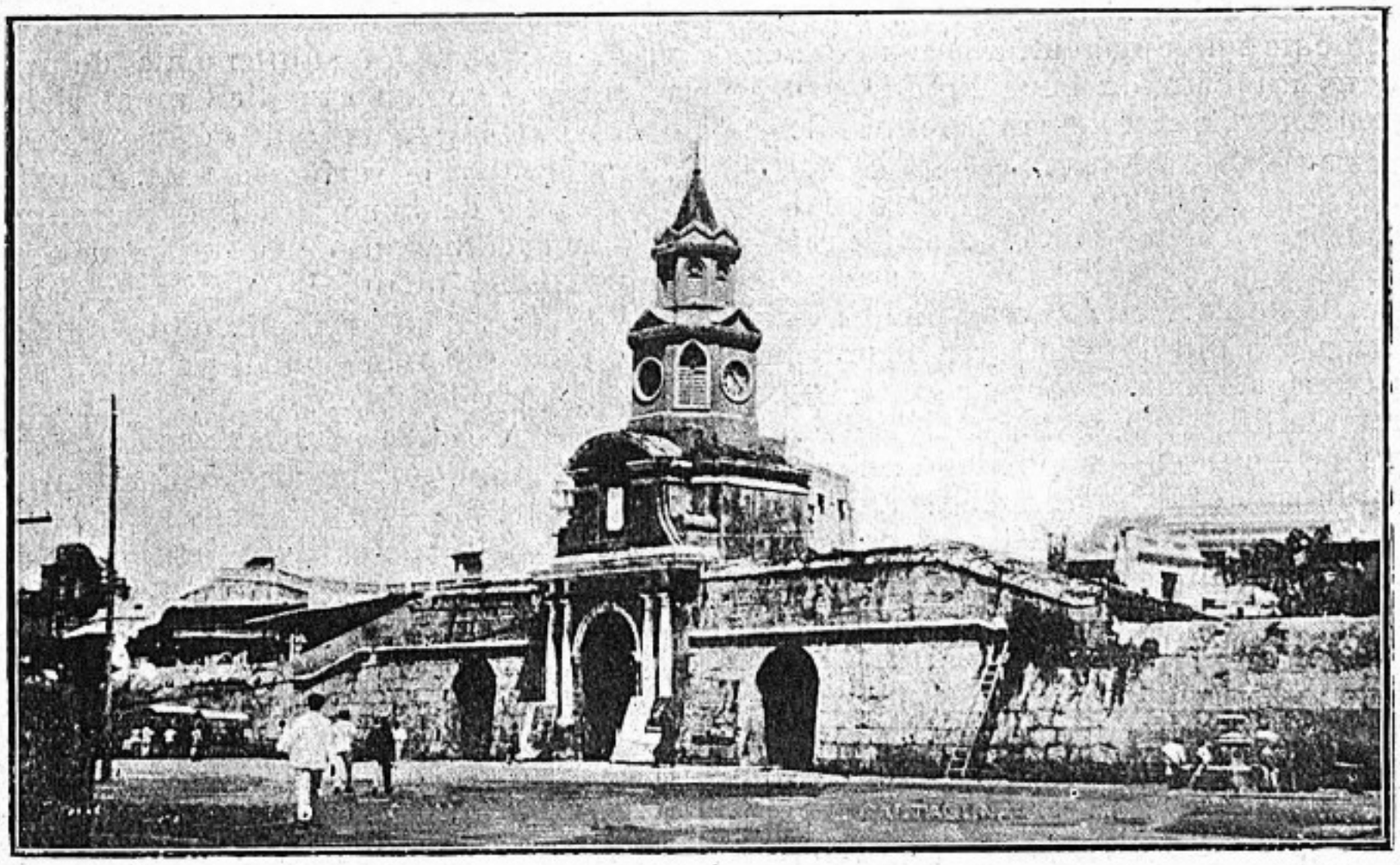


Fig. 33. — Carthagène : l'entrée principale de la ville et les remparts espagnols

La région de savanes qui s'étend de Barranquilla à Carthagène borde une côte relativement découpée et se creuse de nombreuses dépressions lacustres ou lagunaires, désignées dans le pays sous le nom de cienagas. L'une des plus remarquables de ces cuvettes, remplie d'eau marine, est celle d'El Totumo, située au voisinage de la pointe de Galera Zamba, en plein milieu d'un groupement de volcans de boue. Ces côteaux argileux, le plus souvent de dimensions insignifiantes, atteignent parfois jusqu'à 15 mètres de hauteur, comme c'est le cas pour le grand volcan d'El Totumo, au Nord-Ouest de la cienaga et à son voisinage immédiat. Des fractures du sol ont, dans cette région, facilité

l'ascension, à travers les argiles miocènes, d'une mousse d'hydrocarbures gazeux et d'eau, qui a entraîné, dans son mouvement d'élévation, des boues arrachées aux terrains encaissants et même de petits cailloux empruntés à la couverture alluvionnaire du pays. Grâce à la pression des gaz emprisonnés dans ces sortes de cheminées volcaniques, le débit des cônes est dans la plupart des cas à peu près ininterrompu. Cependant, on observe presque toujours une consolidation superficielle de la vase dans le cratère, dont le fond offre une surface d'argile craquelée en réseau polygonal : les fragments de cette pellicule solide nagent, à la manière des scories, dans un bain de boue liquide que sa teinte verdâtre révèle comme émulsionnée de pétrole.

Même les plus petits de ces « volcanitos » se présentent avec un débit notable d'hydrocarbures gazeux, aisément inflammables ; c'est ce qu'il est facile de constater, notamment à l'orifice des appareils dits de Golden Hill, au Sud-Est de la cienaga. Tout le tour de cette lagune se dressent d'ailleurs de petits cônes adventifs de volcans de boue et des phénomènes analogues apparaissent également à 60 km. plus au Sud, autour de Turbaco, à l'Est de Carthagène.

La côte du saillant de Galera Zamba est célèbre pas l'instabilité de son tracé et par les importantes modifications bathymétriques qu'elle a subies au cours des temps historiques. Trois dates sont particulièrement retenues par les traditions locales, 1820, 1848, 1925, comme ayant vu s'accomplir des bouleversements topographiques importants. Suivant les époques, une péninsule, dite de Hundida, a tantôt surgi des flots de la mer des Antilles, à la hauteur de Galera Zamba, ou bien s'est effondrée sous les eaux marines, ne laissant subsister que des ilôts insignifiants. Sur l'emplacement de cette péninsule, disparue aujourd'hui, se groupent des volcans de boue sous-marins au-dessus desquels s'étalent, à la surface de la mer, des taches d'huile plus ou moins étendues à certains moments. En outre, se rencontrent, sur le rivage voisin, des morceaux de bitume solidifié qui proviennent évidemment de l'oxydation et de la polymérisation du naphte rejeté par ces cratères. Jadis, dans la première moitié du siècle dernier, ces volcanitos ont déversé une quantité telle de boue que des îles importantes se sont édifiées sur leurs emplacements. Les courants marins littoraux, drossant les sables du Magdalena vers ces écueils, ont constitué des isthmes qui les ont reliés entre eux et au continent et ont finalement donné naissance à la presqu'île. Par la suite, la consolidation des boues dans les cheminées des volcanitos y a donné naissance à des sortes de bouchons argileux qui ont fini par en obturer les issues. Les gaz ainsi enfermés dans le sous-sol se sont trouvés soumis à des pressions considérables, qui ont finalement déterminé de véritables explosions dont le bruit a eu, dit-on, sa répercussion jusqu'à Bogota. D'autre part, les hydrocarbures gazeux s'échappant alors des cratères, prirent accidentellement feu en pleine saison sèche, impressionnant très vivement les populations de la contrée.

Tous ces phénomènes physiques ne relèvent en aucune manière du domaine des éruptions volcaniques. Ils se lient au contraire intimement aux manifestations pétrolifères de la côte nord-occidentale de Colombie. De Tubara au golfe d'Uraba, les suintements de naphte révèlent une région essentiellement riche en hydrocarbures gazeux qui s'élèvent des profondeurs jusqu'à la surface du sol. Dans les zones de volcans de boue, ces hydrocarbures gazeux sont en émulsion dans de l'eau additionnée d'une faible quantité de pétrole. La viscosité de l'huile retient cet ensemble liquide et gazeux dans son mouvement propulsif vers l'extérieur. Le ralentissement de l'ascension de la masse semi-fluide peut arriver à être tel qu'une consolidation se produise, colmatant les fissures du terrain. Subsidiairement, l'excès de tension des gaz inclus dans les boues détermine un renouveau d'activité de tels appareils qui semblaient complètement asséchés depuis plus ou moins longtemps. C'est ainsi que j'explique l'origine des forces qui ont déterminé, dans la région de Galera Zamba, des changements bathymétriques d'une ampleur suffisante pour justifier des modifications de route des bateaux réguliers fréquentant ces mers.

La ville de Carthagène, située ainsi entre les deux groupes de volcans de boue de Galera Zamba et de Turbaco, fut la capitale de la « Nouvelle Andalousie » au temps des conquistadores. C'est aujourd'hui une ville de 60.000 âmes, chef-lieu du département de Bolivar, qui, quoique déchue de son ancienne grande prospérité, conserve néanmoins un sérieux intérêt commercial. Les Nord-Américains ont pris son port à bail et créé à son voisinage, sous la protection de l'île Baru, une station d'embarquement pour leurs tanks pétroliers. C'est en effet non loin de Carthagène qu'aboutit l'oil duct amenant le long du rio Magdalena et du canal del Dique, le naphte des exploitations de Barranca Bermeja à l'Atlantique. La vieille cité espagnole a conservé jusqu'à ce jour ses antiques remparts, témoins des mémorables sièges qu'elle subit à maintes reprises ; l'audace d'un corsaire français put seule triompher de la résistance de cette merveilleuse place forte. Les collines qui la dominent, couronnées par des récifs quaternaires, portent encore les restes d'anciens forts ou de couvents comme celui de la Popa. De la terrasse de ce dernier, le panorama de la rade se dessine merveilleusement

aux yeux de l'observateur et montre clairement la situation géographique exceptionnelle de l'antique forteresse espagnole, construite sur une île, au milieu d'un véritable archipel, ne laissant que d'étroites « bocas » pour pénétrer dans le port.

Carthagène est reliée au rio Magdalena par une voie ferrée et par un canal qui partent l'un et l'autre de Calamar. Le canal, qui emprunte les dépressions de plusieurs cienagas, est trop irrégulièrement dragué pour servir utilement à une navigation active. Seule la voie ferrée assure les relations commerciales effectives entre le port et le fleuve.

III. — La basse vallée du rio Magdalena et le champ pétrolifère de Barranca Bermeja.

Le rio Magdalena se jette dans la mer des Antilles par une série de bouches qui délimitent un certain nombre d'îles plus ou moins étendues. A l'heure actuelle, des travaux importants sont entrepris par une Compagnie yankee, avec l'aide d'une subvention du gouvernement colombien, pour rendre accessible le bas fleuve aux navires de haute mer et de fort tonnage. Cette opération se heurte à de sérieuses difficultés techniques et il faut attendre, pour pouvoir en apprécier le rendement, d'avoir vu à l'expérience comment travaillera le cours d'eau et comment se comporteront les courants marins littoraux devant un nouvel état de choses géographique.

Le thalweg inférieur du fleuve communique par une quantité de chenaux avec la grande cienaga de Santa Marta, qui occupe de larges surfaces dans les bas-fonds creusés entre le lit principal et le massif de la Sierra Nevada. En réalité, tout cet ensemble de dépressions correspond à un énorme ancien delta du rio Magdalena, dont l'activité érosive, concentrée vers l'Ouest, délaisse aujourd'hui les plaines où l'alluvionnement fut jadis particulièrement intense. Un canal a été établi, qui part du voisinage immédiat de Barranquilla et gagne la cienaga, où les dragages effectués périodiquement permettent aux bateaux du service régulier d'accoster aux appontements d'un embranchement du rail de Santa Marta à Fundacion.

Une large nappe d'alluvions quaternaires, particulièrement riche en limons, a été entaillée plus en amont par le rio Magdalena, qui prend dès ce moment une direction générale Nord-Sud. Dans cette partie du cours du fleuve la navigation par bateaux à fond plat est secondée par un usage très généralisé de grandes pirogues, armée d'une voiture quadrangulaire qui utilise, pour remonter le courant, la forte brise soufflant plusieurs heures consécutives chaque jour. Le lit du fleuve conserve, même aux plus bas-ses eaux, une profondeur satisfaisante pour la batellerie, jusque vers la hauteur de Plato. Toutefois, le vent venu de la mer cesse de se faire sentir en amont de Calamar, et le tracé du cours d'eau subit, entre ce bourg et Ténérife, à la hauteur de Heredia, un remarquable décrochement consécutif à la traversée d'une inflexion tectonique notable.

Plus à l'intérieur, le rio Magdalena prend une

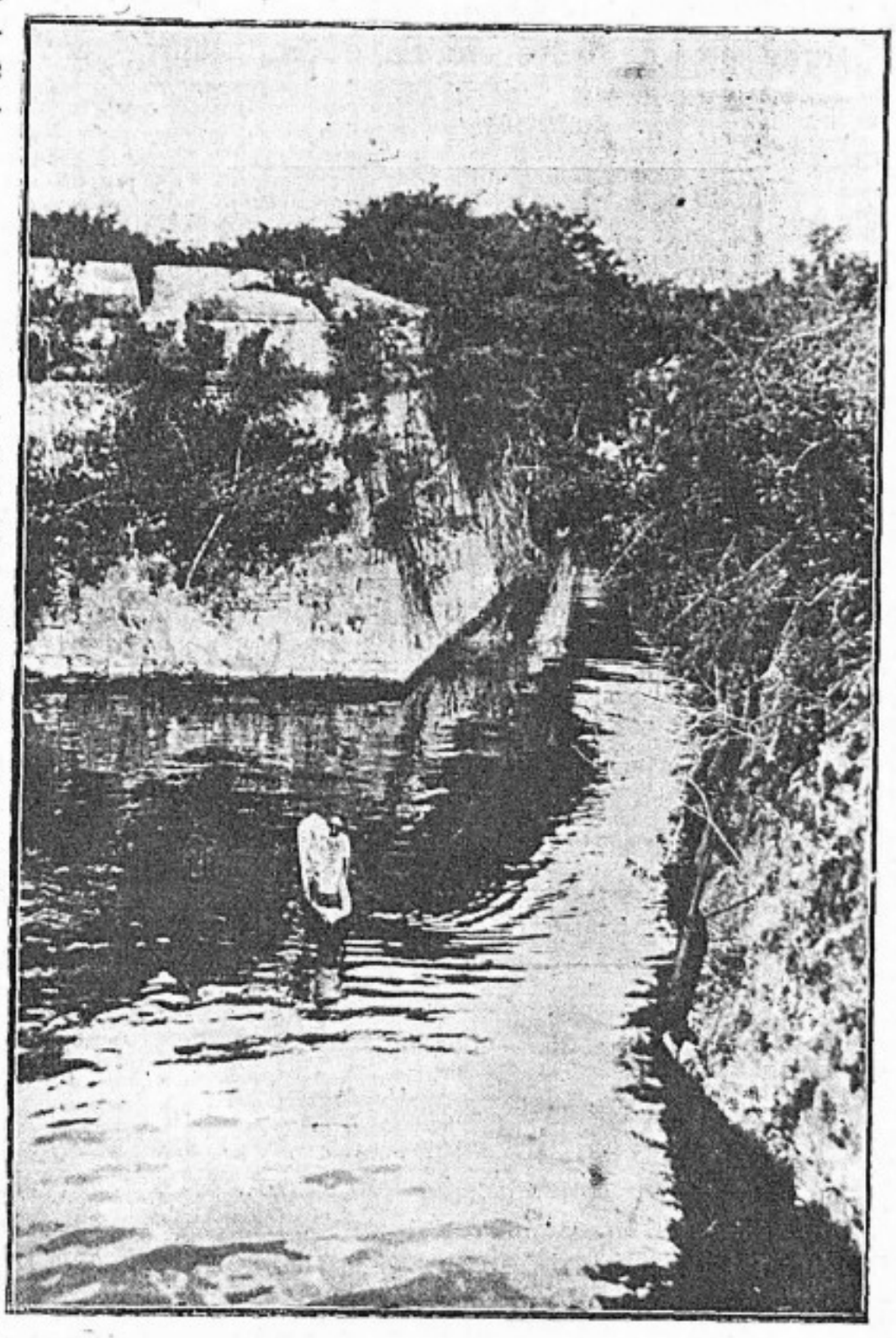


Fig. 34. — Carthagène : un redan des fortifications espagnoles

orientation presque Ouest-Est, depuis Magangué jusqu'à El Banco, ou plus exactement jusqu'à Tamalameque. Ce changement de direction correspond au recoupement, par la vallée, de l'ennoyage de la terminaison Nord de la Cordillère centrale. Au-dessus d'El Banco et vers Chimichagua, j'ai observé une série de petits cerros, les uns en diorite, les autres en calcaire crétacé ou éocène, jalonnant le raccord de la Cordillière centrale à son prolongement septentrional vers la mer des Antilles, la Sierra Nevada de Santa Marta. Au Sud du bras mort de Monpos, les granits de l'axe de la Cordillère

centrale traversent le bras vif de Loba et se retrouvent dans l'île ainsi enserrée par les divagations du rio ; la surface d'affleurement de ces roches, est partiellement recouverte d'une latérite qui forme de petits côteaux. C'est à El Banco que le rio Magdalena reçoit le principal affluent de son bassin inférieur, le rio Cesar, dont la vallée sera décrite par la suite.

En amont de Tamalameque, le rio Magdalena coule au pied de la Cordillère centrale, dans la région de Simiti notamment, puis s'éloigne quelque peu de cette chaîne de montagnes et

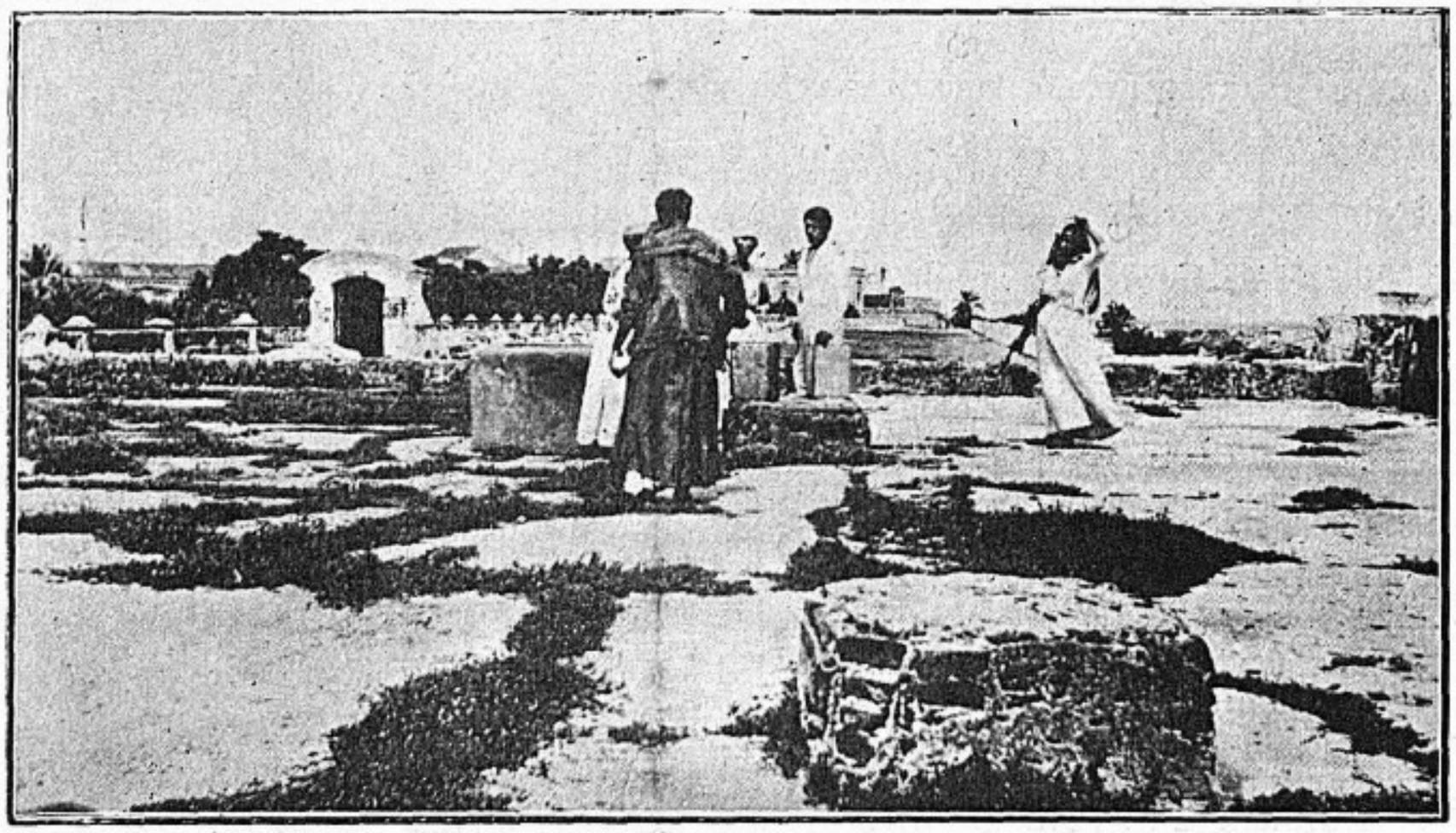


Fig. 35. — Carthagène : la vieille citerne publique et l'enceinte fortifiée (à l'arrière plan)

se rapproche sensiblement de la Cordillère orientale, à la hauteur de Barranca Bermeja. Dans cette partie de son cours, le fleuve reçoit une série d'affluents notables, qui sont en remontant de l'aval vers l'amont, les rios Lebrija, Sogamosa, Colorado, Opon et Carare. Entre les rios Sogamoso et Opon s'étend, jusqu'au confluent de cette dernière rivière avec le rio Magdalena, le champ pétrolifère exploité par la Tropical Oil, filiale du groupe Standard nord-américain. Un peu plus au Nord, une autre zone qui vient de se révéler également riche en naphte, se trouve sur le parallèle de Puerto Wilches, entre les rios Lebrija et Sogamoso.

Bien que le premier de ces périmètres soit aujourd'hui le théâtre d'une exploitation industrielle intensive, son exploration géologique est encore assez incomplète, et c'est seulement une zone de surélévation d'un flanc d'anticlinal faillé qui a été jusqu'à ce jour complètement prospectée par des sondages. Ceux-ci suffisent d'ailleurs largement à alimenter en hydrocarbures liquides l'oil duct récemment achevé entre Barranca Bermeja et Calamar.

Les lignes de reliefs qui, descendant de la Cordillère orientale, viennent s'intercaler entre les rios Lebrija, Sogamoso, Colorado, Opon et Carare, offrent un modelé extrêmement accusé et sont couronnées par des nappes alluvionnaires portant une merveilleuse forêt vierge. Toute cette zone est très peu peuplée, hormis les bords du fleuve et le pied même de la Cordillère, où se trouve notamment la ville de Bucaramanga. Très récemment encore, la sylve était ici parcourue par des Indiens du groupe Caraïbe, les Opones, mais il semble bien qu'aujourd'hui ces populations soient complètement éteintes, ou du moins réduites à un nombre insignifiant d'individus, presque exclusivement du sexe féminin.

IV. — La Cordillère orientale, la vallée du rio Cesar et la Sierra Nevada de Santa Marta.

La vallée du rio Cesar, ou Valle de Upar, se creuse entre la Cordillère orientale et la Sierra Nevada de Santa Marta. Les traits fondamentaux de son tracé général correspondent sans doute à un ancien cours du rio Magdalena, se rendant directement de la région Tamalameque-Banco à la mer des Antilles vers rio Hacha. Cet état de choses est certainement fort ancien et a dû précéder la période où la moyenne et la haute vallée du rio Magdalena étaient occupées par des lacs et divisées en une série de bassins

fermés. Dans la partie sud de la région de Plato, j'ai reconnu l'individualisation, comme terme final de la série miocène, de dépôts lagunaires qui témoigent de la substitution progressive du régime continental au régime marin, dans la partie inférieure du bassin du rio Cesar. Au Pliocène, la contrée paraît avoir conservée une disposition hydrographique générale commandée par un réseau de cuvettes lacustres ; il en était encore ainsi au début du Quaternaire, à l'époque où vivaient dans la zone, des Edentés géants, tels que *Megatherium*, et des Proboscidiens, comme *Mastodon*. Ce ne serait donc qu'au Quaternaire récent que se serait effectuée la capture des bassins fermés du moyen rio Magdalena par le bas fleuve.

Sans doute, l'époque où une artère fluviale venant de la haute Colombie se rendait directement à la mer des Caraïbes en passant entre la Sierra Nevada et la presqu'île de la Goajira, remonte-t-elle à des temps antemiocènes, peut-être la période oligocène, dont les dépôts sédimentaires n'ont jamais été clairement définis en Nouvelle-Grenade. Dans nos régions, qui ont directement ou indirectement subi le contre-coup des plissements alpins, bien des traits du modelé actuel datent de phases géologiques relativement lointaines, la fin du Nummulitique, par exemple. Il est logique, *a priori*, qu'il en ait été de même dans des pays où la phase principale des dislocations du sous-sol est nettement plus ancienne, comme par exemple dans la zone andine.

Quoiqu'il en soit, une véritable relique de l'antique géographie du pays subsiste un peu en amont du confluent des rios Cesar et Magdalena, sous la forme de la cienaga de Zapatosa, qui ne mesure pas moins de 9 lieues de long sur 5 de large. Autour de ses rives et dans les petites îles qu'elle enserre, affleurent des grès ferrugineux à grain fin et des conglomérats alluvionnaires de cailloux fluviatiles, dont les strates légèrement ondulées, témoignent de mouvements récents de la surface du sol.

La vie est particulièrement intense dans le rio Cesar où les poissons pullulent, comme aussi

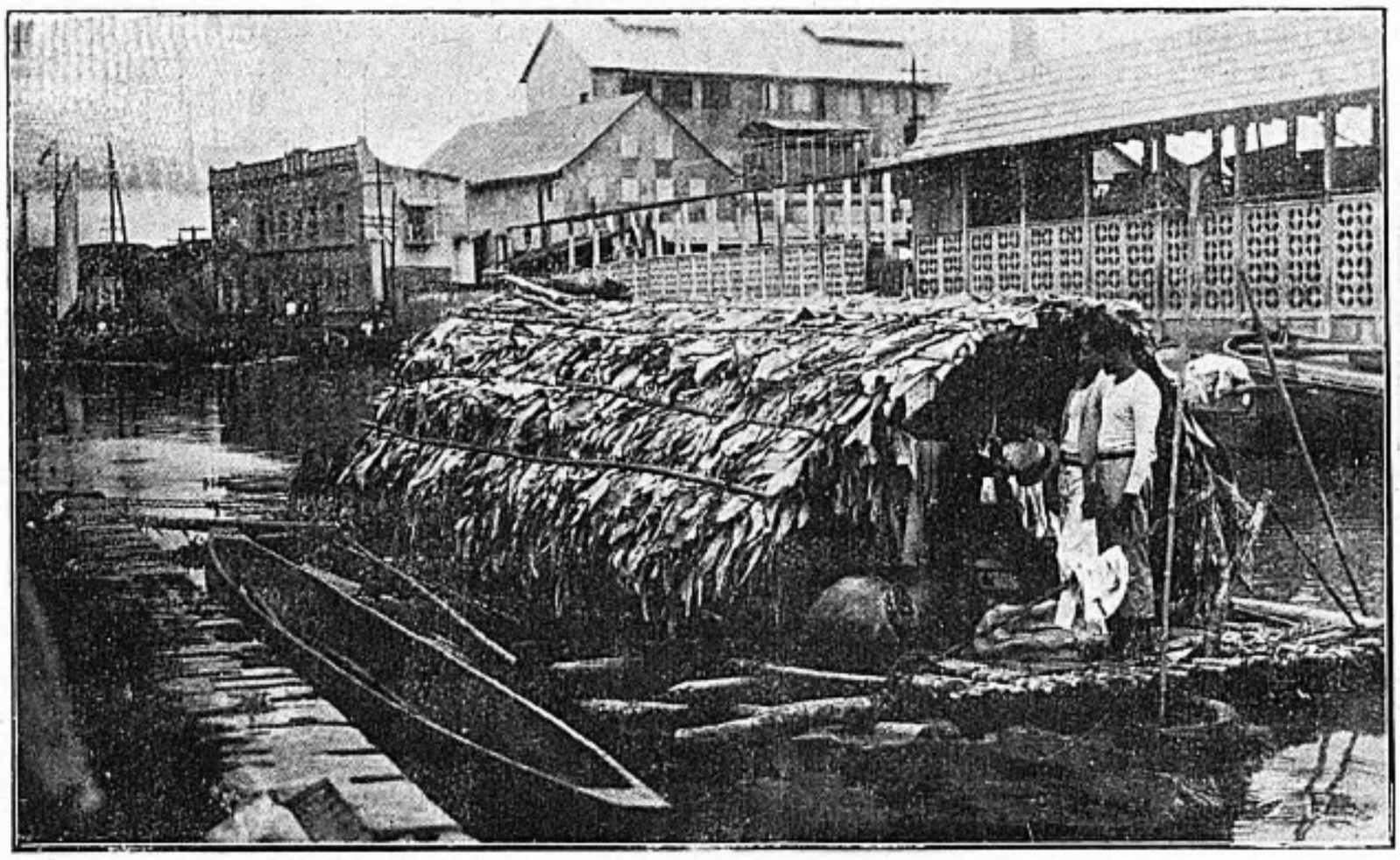


Fig. 36. — Radeau avec toiture en feuillage sur un caño de la Magdalena dans le port de Barranquilla

dans la cienaga de Zapatosa. Leur abondance assure une nourriture largement suffisante en toutes saisons aux nombreux caïmans qu'héberge la rivière, et aux myriades d'oiseaux, de canards notamment, qui occupent en rangs serrés les bancs de sable délimitant le cours du rio Cesar dans sa traversée de la cienaga de Zapatosa. Si le milieu aquatique présente ainsi un véritable pullulement animal dans cette partie de la Colombie, les rives du cours d'eau, sur des surfaces plus ou moins larges, suivant l'extension de la zone d'inondation, constituent de riches pâturages où prospèrent de nombreux troupeaux de gros bétail. La vallée de Upar est célèbre, dans cette partie de l'Amérique du Sud, par la prospérité de ses terres d'élevage. Grâce à l'altitude considérable des sommets montagneux où les ruisseaux qui convergent vers elle poussent leurs têtes, elle est assurée d'une quantité d'eau importante se rassemblant dans son thalweg principal, même en pleine saison sèche.

Plus haut, par contre, sur les côteaux du pied des monts, le paysage prend un aspect steppique, qui révèle le peu de valeur de la terre arable en bordure immédiate des grandes chaînes bordières. Aussi, ces zones sont-elles demeurées les refuges des populations indiennes, de même, d'ailleurs, que les crêtes de la Cordillère orientale et de la Sierra Nevada, ainsi que l'intérieur de la péninsule subdésertique de la Goadjira, qui les prolonge vers le Nord-Est, dans la mer des Antilles. Mais il s'en faut que toutes ces populations indiennes appartiennent au même groupe ethnique. Dans la Cordillère orientale, sont cantonnés aujourd'hui les Motilones, qui sont des Caraïbes, comme les Opones du Haut Pays de Barranca Bermeja. Dans la presqu'île de Goadjira, errent les tribus du même nom qui se rattachent au grand groupe des Arauaks. Enfin, les derniers représentants des Chibchas, dans la Colombie du Nord, se trouvent à la fois dans l'Est de la région de Plato, où ils sont groupés sous le nom de Chimilas, et dans la Sierra Nevada, où ils forment un ensemble très polymorphe, au point de vue linguistique, et qu'on peut réunir sous le vocable d'Arhuacs : dans les quelques villages qui ceinturent la calotte de ses neiges éternelles, entre Santa Marta et Rio Hacha, les parlers indigènes varient d'un versant à l'autre.

Parmi les traits communs à toutes ces populations rouges, il convient de noter la disposition particulière des lieux d'habitat. Les Indiens ne vivent pas, en général, réunis en véritables hameaux ; ils dressent leurs huttes familiales toujours à une certaine distance les uns des autres, et manifestent entre eux une extrême défiance. Ce trait fondamental du caractère de ces peuples a certainement beaucoup contribué à les amener au stade social où ils se trouvent aujourd'hui. Incapables de s'unir en groupes un peu denses, devant l'ennemi commun, lors de la conquête espagnole par exemple, ils sont demeurés depuis très isolés les uns des autres, même lorsqu'ils se rattachent à une origine commune. De telles conditions d'existence ont évidemment favorisé la conservation strictement locale de bien des parlers. Elles ont permis aussi que des couches ethniques correspondant à des invasions successives se maintiennent en se juxtaposant simplement, permettant ainsi à une véritable mosaïque de peuples de se perpétuer jusqu'à nos jours dans la Colombie septentrionale.

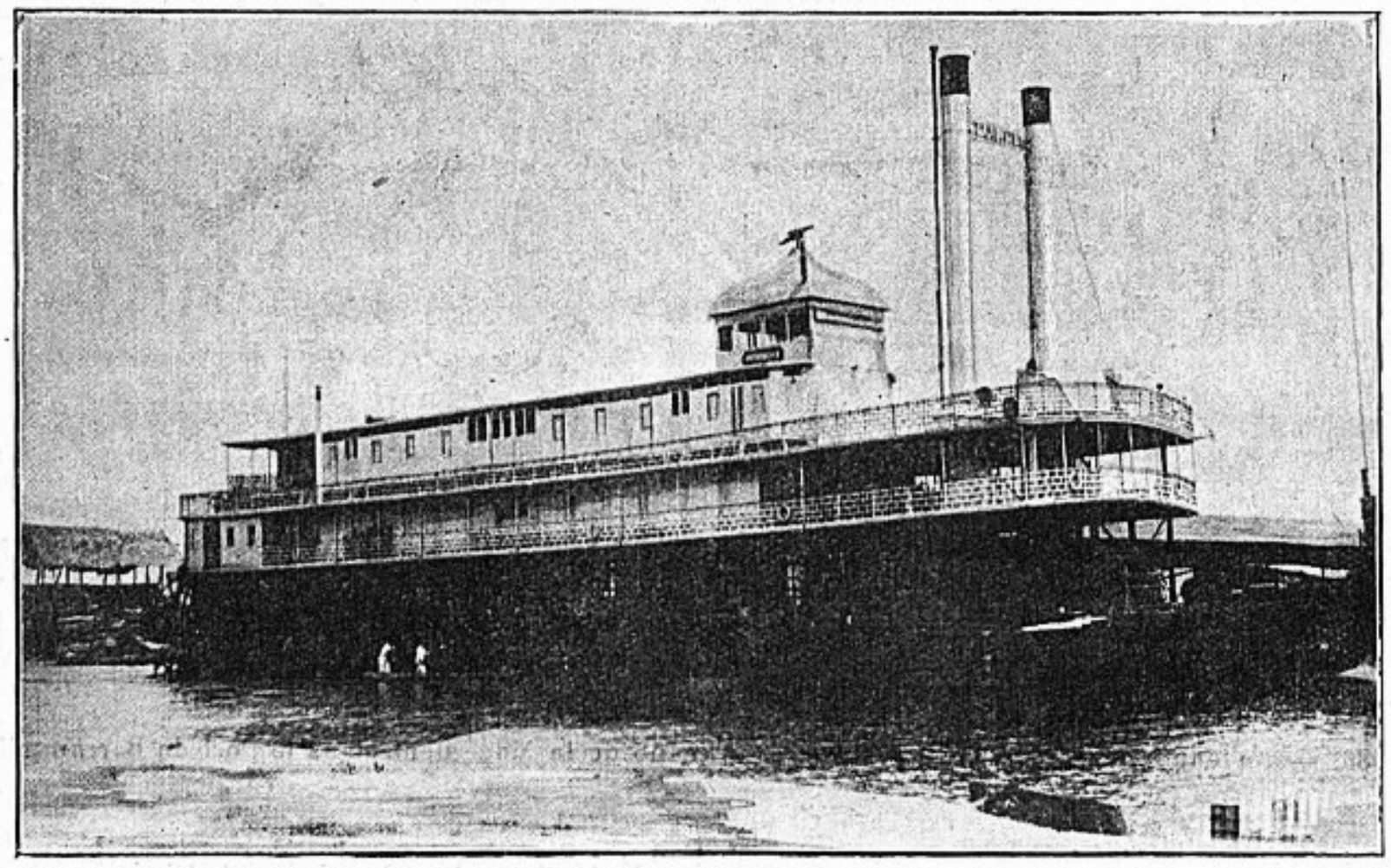


Fig. 37. — Bateau à vapeur dans le port de Barranca Bermeja, sur le rio Magdalena

Des vieilles tribus indiennes de cette contrée subsistent, à côté des éléments dits « salvages » qu'isole un véritable « no men land », des Métis, où sang blanc et sang rouge sont fusionnés. Un stade intermédiaire entre ces deux étapes sociales, correspond aux groupements d'indigènes christianisés, chez lesquels d'ailleurs la nouvelle religion masque à peine le vieux fond des coutumes ancestrales. Ces populations, Métis et Indiens civilisés, constituent une robuste main-d'œuvre dont l'activité contribue largement à la mise en valeur du pays. De tels éléments participent heureusement à la formation des masses ouvrières agricoles que nécessite la complantation en bananiers de toute

la zone alluvionnaire s'étalant au pied ouest de la Sierra Nevada, jusqu'au voisinage de la cienaga Grande de Santa Marta

Les importants établissements de culture qui occupent ainsi toute la bordure du plus élevé des massifs septentrionaux de la Colombie, sont desservis par un rail aboutissant au port de Santa Marta. Celui-ci correspond au plus ancien établissement espagnol dans le Nord-Ouest de la Nouvelle-Grenade. La voie ferrée arrive jusque sur le quai, au fond d'une rade naturelle, bien protégée par une grande île ; celle-ci, et la presqu'île qui lui fait suite vers l'Ouest, sont constituées par des granodiorites comme la masse principale de la Sierra Nevada. Un outillage mécanique perfectionné permet le rapide embarquement sur des bateaux spécialement aménagé dans ce but, des fruits expédiés chaque semaine sur New York et sur Liverpool.

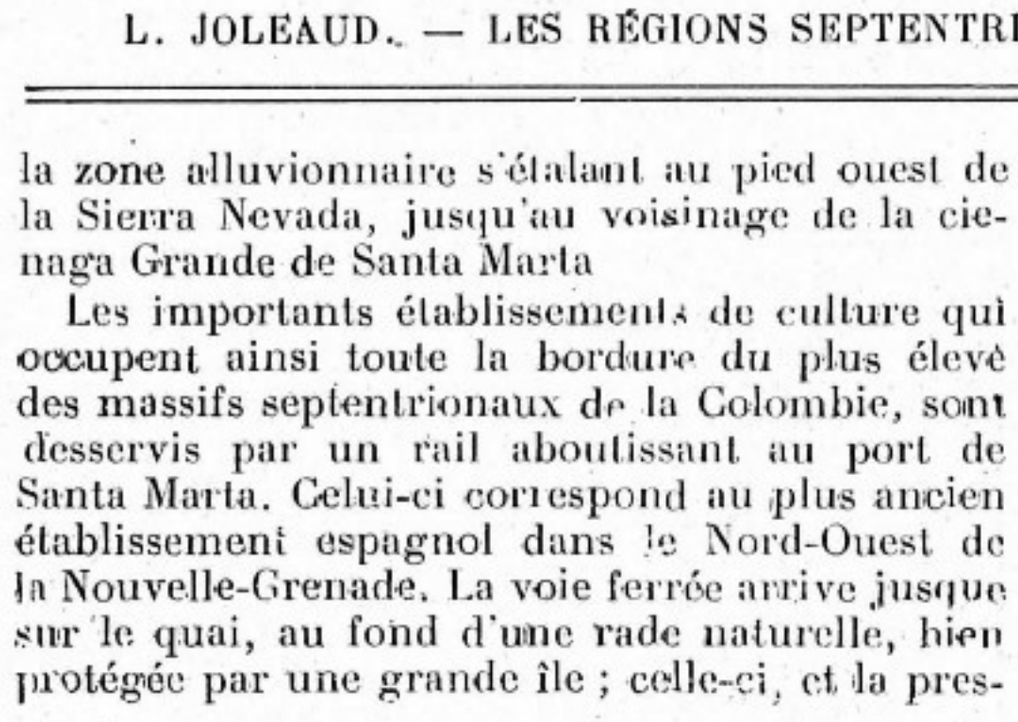


Fig 38. — Pirogue sur le rio Magdalena

La Sierra Nevada, grâce à son relief considérable (5.800 m.), est, ainsi que son nom l'indique, constamment couverte de neige dans ses parties culminantes. Elle se trouve, de plus, toujours entourée de nuages et de brouillards, résultant de la condensation de l'humidité, sous un climat tropical, à une haute altitude, et au voisinage immédiat de la mer. Ces brumes descendent chaque nuit dans les bas-fonds voisins et contribuent, à la saison chaude, à rendre le séjour moins pénible ici pour des Blancs.

V. — Le développement économique du Nord de la République de Colombie.

La Colombie du Nord comprend la plus grande partie du territoire de la République soumis à un climat torride. Toutefois, le relief extrêmement accusé de la Cordillère orientale et surtout de la Sierra Nevada de Santa Marta, y crée localement des conditions météorologiques particulières, qui assurent au pays une remarquable diversité de milieux. Les sommets de ces montagnes sont soumis à des températures moyennes très froides et même constamment couvertes de neige dans la Sierra Nevada.

De cette différenciation profonde du régime physique de la contrée dépend une variabilité fort étendue de la flore et de la faune. La grande forêt s'est maintenue sur les parties hautes des chaînes, avec son peuplement végétal et animal particulier. Au contraire, dans les zones peu élevées, les boisements ont souvent complètement disparu devant l'action destructive de l'homme. Là où ils subsistent, ils ne se présentent plus que sous la forme de groupements dispersés au milieu des savanes que renouvellent sans cesse les incendies mis volontairement, ou accidentellement, par les pasteurs, ou même par les cultivateurs. De cette perpétuelle destruction de l'arbre est résultée une nature sauvage qui, à la limite ultime des possibilités du maintien de la savane, fait naître des steppes à paysages plus ou moins désertiques. Cette évolution finale n'atteint d'ailleurs que les parties les plus sèches et les plus déshéritées de la contrée, la Goajira par exemple. Généralement, à la place des antiques forêts s'installent des bois-taillis, ne protégeant qu'un médiocre tapis herbacé. Un tel facies ne persiste d'ailleurs qu'à une certaine distance des lieux habités. Au voisinage plus ou moins immédiat des villages ou des fermes isolées, apparaît une brousse à Gra-

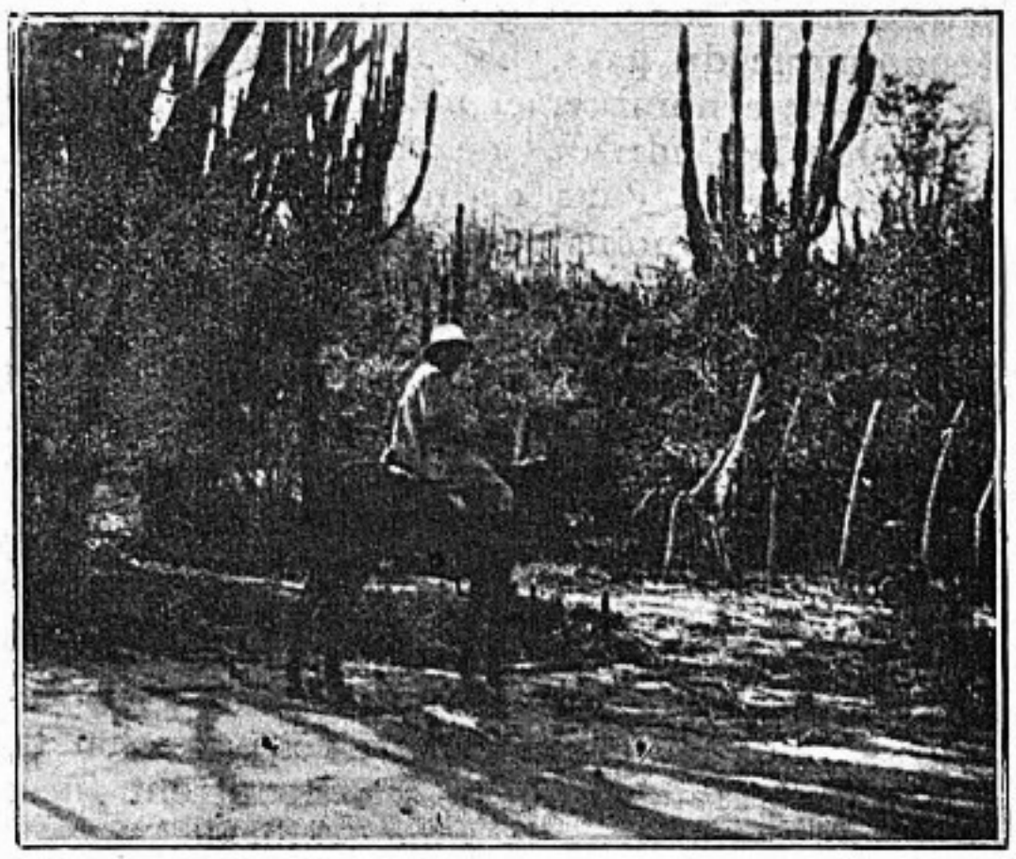


Fig 39. — Savane de cactus

minées, excellente terre de pâture pour le gros bétail.

Les champs n'occupent que des surfaces bien restreintes dans la Colombie du Nord, les Indiens, et même les Métis, étant peu enclins à se livrer à l'agriculture, et les Noirs ou les Mu-

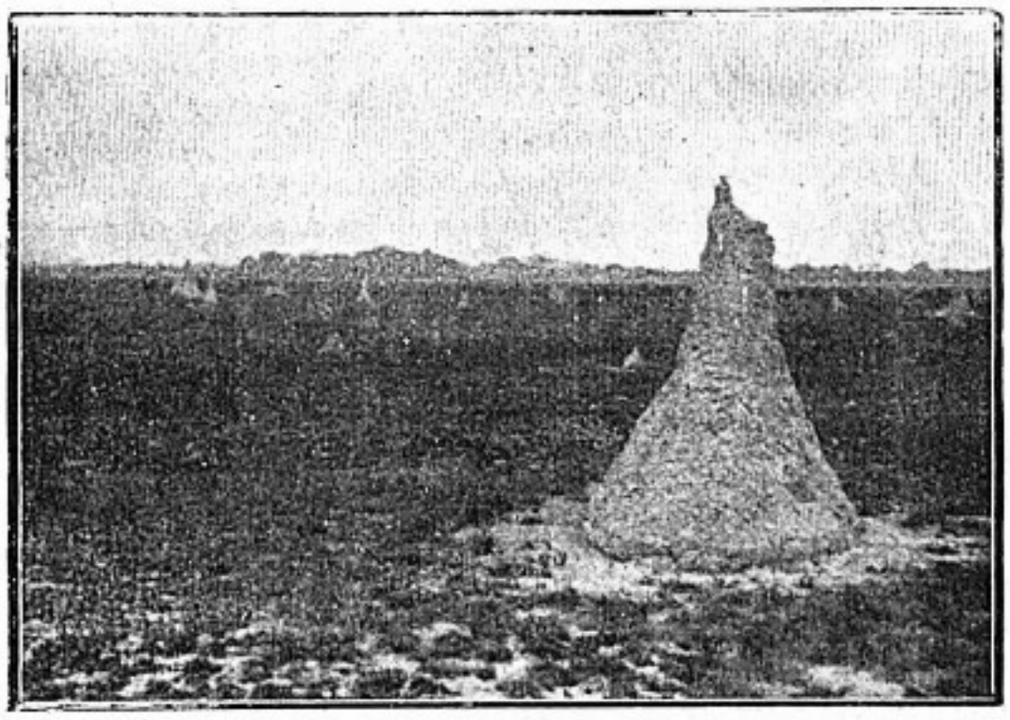


Fig. 40. — Une termitière du lieu dit Los Negritos, près d'El Banco.

lâtres, ne se souciant guère du développement économique du pays. L'élément blanc, très réduit comme nombre, et même comme proportion chez les individus de sang mêlé, se trouve en outre placé dans de médiocres conditions de travail, du moins dans la plus grande partie de la Colombie caraïbe ; il est d'ailleurs concentré dans les villes et ses occupations consistent essentiellement en besognes commerciales ou administratives. Néanmoins, les végétaux cultivés offrent une grande variété en raison même de la diversité des climats. Les plantes tropicales dominent : manioc, café, coton, bananes, etc. Dans les parties un peu élevées, les céréales et les légumes d'Europe croissent d'une manière satisfaisante et permettent d'adjoindre à l'alimentation coutumière des pays chauds, des denrées fraîches qui ne se rencontrent guère habituellement dans la zone tropicale.

Mais au point de vue de la mise en valeur de la surface du sol, il semble bien que ce soit l'élevage du bœuf qui doive constituer la principale ressource de la région. Le fait est clairement démontré, notamment par le chiffre élevé des expéditions de bovins effectuées chaque jour par bateaux de Barranquilla vers le Haut Pays. Il n'est pas rare de voir dans les territoires suffisamment humides d'immenses troupeaux de bêtes à cornes dans un état d'évidente prospérité, tout au moins à la saison des pluies et au début de la saison sèche. Il s'est constitué dans la contrée, comme un peu partout d'ailleurs dans le Nouveau Monde, un type racique assez particulier qui, d'après la tradition, devrait son origine première à des individus transportés de France dans les terres riveraines de la mer des Antilles.

L'âne s'élève aussi aisément et son utilisation est largement répandue : il rend les plus grands services pour tous les transports dans l'intérieur. Par contre, le cheval souffre nettement du climat et le mouton de l'humidité.

L'aménagement des richesses du sous-sol est bien moins avancé que celui des productions du sol. De l'or, du cuivre et divers autres métaux ont été signalés des montagnes de la Colombie du Nord, mais la valeur de leurs gisements n'a pas été démontrée et aucune industrie extractive n'existe encore ici. Seuls les gisements de pétrole font l'objet d'exploitations dans la partie sud de la Colombie caraïbe, à

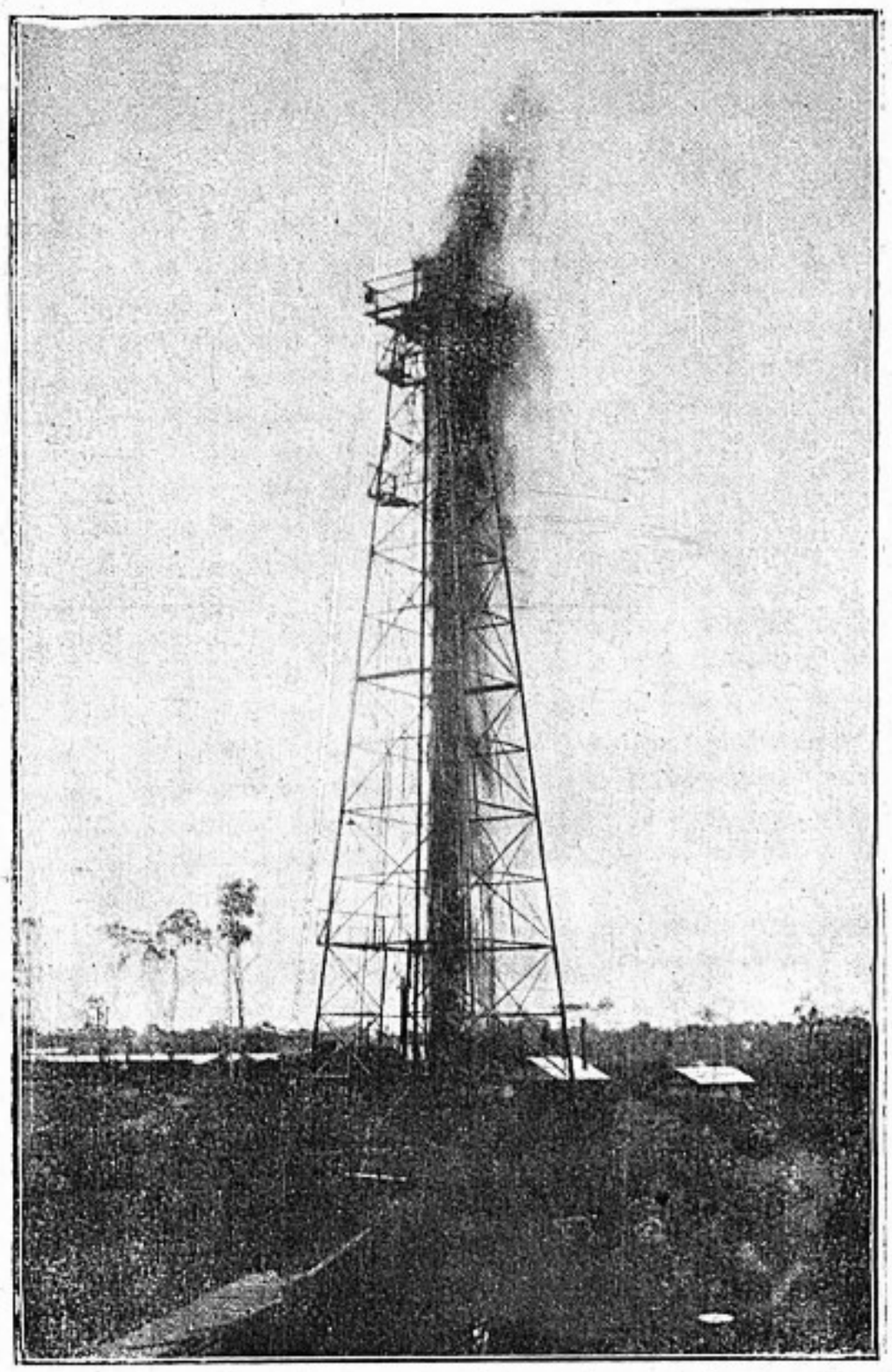


Fig. 41. — Un puits de pétrole en éruption à Barranca Bermeja

la latitude de Barranca Bermeja et de Puerto Wilches. Les forages entrepris vers l'Ouest de la contrée, de part et d'autre de la Cordillère occidentale, ainsi qu'au voisinage de Puerto Colombia, n'ont jusqu'à présent pas donné de

rendements intéressants en huile. Ils se sont montrés, par contre, assez riches en gaz, fait à rapprocher à l'existence de nombreux volcans de boue dans cette partie de la République, proche du littoral de la mer des Antilles. De vastes régions, d'ailleurs dans les zones nord et ouest de la République de Colombie, n'ont pas encore été méthodiquement prospectées, soit qu'elles constituent des réserves d'Etat (Darien au voisinage de la frontière de Panama), soit que pour diverses causes elles soient demeurées en dehors du champ d'action des compagnies presque toutes nord-américaines qui explorent à ce point de vue la contrée.

Le ravitaillement local en pétrole et essence de la Colombie est déjà largement assuré par l'exploitation de Barranca Bermeja, qui exporte même depuis quelques mois des quantités importantes de naphte vers les Etats-Unis. Les moyens de transport de la Nouvelle-Grenade utilisent de préférence comme combustible le naphte qui est produit ainsi en quelque sorte sur place. Le rio Magdalena étant l'artère maîtresse de la contrée, ce sont surtout des bateaux à fond plat, des pétrolettes et des hydravions, qui assurent les relations commerciales entre le littoral et les plateaux. Subsidiairement, des voies ferrées transversales amènent au rio Magdalena, ou directement aux ports de Santa Marta et de Carthagène, les produits de l'intérieur. L'importation des matières ouvrées, qui est loin d'ailleurs d'atteindre la valeur des matières premières exportées, se fait principalement par Puerto-Colombia. La balance commerciale de la Colombie, éminemment favorable à l'heure actuelle, assure à cet Etat une prospérité qu'accuse encore la situation géographique exceptionnelle du territoire, tout proche de la grande voie interocéanique du canal de Panama.

L. Joleaud,

LA PRÉLOCOMOTION CHEZ LE JEUNE ENFANT AVANT LA MARCHE BIPÈDE

(*Suite*)

3° La progression en glissant sur le siège, la marche en cul-de-jatte.

Cette forme singulière de la prélocomotion est assez fréquente d'après ma statistique ; je l'ai relevée 12 fois sur 38 cas. Elle ne coexiste pas avec la marche rampante sur les genoux chez le même sujet, mais dans la même famille on les voit apparaître chez des enfants différents. La station assise, comme je l'ai indiqué, ne devient possible que vers l'âge de 6 à 8 mois, quand la force est devenue suffisante dans les muscles extenseurs du rachis et dans les muscles antagonistes, c'est-à-dire dans les muscles abdominaux fléchisseurs du tronc sur les cuisses. Il faut que l'action de ces deux groupes de muscles soit déjà coordonnée pour maintenir l'équilibre, lorsque le poids du corps repose sur les ischions. Je rappelle que la coordination est plus précoce dans les muscles de la nuque et du cou, qui assurent l'équilibre de la tête sur l'atlas, et qu'ainsi est complétée la solidarité fonctionnelle de la colonne vertébro-crânienne. L'enfant, à cette période, a la conscience instinctive de la faiblesse de ses membres inférieurs, dont le squelette et les muscles sont encore incomplètement développés et il est impuissant à se tenir debout et à mouvoir régulièrement ses jambes ; c'est pourquoi pour se déplacer il utilise la base de sustentation dont il dispose ; lorsqu'il est assis sur les fesses il ne risque pas ainsi de choir.

On le voit alors exécuter des mouvements alternatifs de balancement du tronc en avant et en arrière en contractant les muscles extenseurs du rachis (sacro-lombaire, long dorsal, etc.) et les muscles de la sangle de la paroi abdominale (grand droit, oblique, transverse et probablement proos-iliaque).

Quelquefois, l'enfant fléchit les jambes sur les cuisses en les écartant et prend un appui sur le sol avec les talons pour tirer son corps en avant. Mais bien plus souvent il fléchit une jambe sous la cuisse ou sous la fesse du côté opposé et, s'appuyant sur le bord externe du pied de ce côté et sur le talon de l'autre, cherche ainsi à progresser. Pour accélérer le mouvement il se sert généralement des deux mains afin de se pousser en avant comme un petit cul-de-jatte. Le déplacement dans cette attitude peut être aussi rapide que dans la marche rampante sur les mains et les genoux. Il arrive parfois que la marche en cul-de-jatte se prolonge assez longtemps. Le Dr Besson, mon collaborateur à la Goutte de lait de Belleville, m'a signalé qu'il avait vu un petit mulâtre de 13 mois qui se déplaçait très vite sur les fesses dans une attitude un peu différente de celle que je viens de décrire. Il ne se servait que d'une seule main, comme d'une rame, pour se pousser en avant et tenait le bras du côté opposé étendu et relevé. La mère était une négresse. Ce fait prouve au moins que ce mode de prélocomotion est commun à la race noire et à la race blanche.

La marche en cul-de-jatte ne m'a pas paru se prolonger plus longtemps que la progres-

(1) Voir *Revue Scientifique* du 12 février 1927, page 70.

sion rampante ; elle dure aussi tant que la force et la coordination musculaire sont insuffisantes dans les membres inférieurs et dans la colonne vertébro-crânienne pour permettre la station verticale. Il n'est pas rare de voir les enfants profiter de la mobilité des objets sur lesquels on les asseoit pour chercher à se transporter d'un endroit à un autre. Lorsqu'on les met dans une petite chaise à roulettes, les pieds appuyés sur un support, ils balancent le tronc pour se pousser en avant et quelquefois en arrière vers les objets qui les attirent. Plus communément, lorsqu'on les asseoit sur leur petit vase, la pointe des pieds portant sur le sol, ils arrivent à faire glisser sous eux le fond plat du vase, en faisant osciller leur corps en avant et en arrière. Le mécanisme de cette bizarre prélocomotion ne diffère pas de ce que l'on voit dans la station assise par terre, l'action auxiliaire des mains étant remplacée par celle des pieds.

4° Les phases initiales de la marche bipède.

Je vais les passer rapidement en revue. Même lorsque la prélocomotion fait défaut, ce n'est pas d'emblée ni en quelques jours, que l'équilibre dans la station verticale s'affermit, et que les mouvements compliqués des membres inférieurs se régularisent. Il faut bien des essais, bien des tentatives d'abord infructueuses, bien des petits exercices avec l'aide des mères ou des nourrices, pour que l'enfant arrive à faire ces premiers pas sans soutien et sans appui. L'apprentissage de la marche est plus ou moins long et presque toujours laborieux.

Lorsque vers 8 à 9 mois on essaye les premières fois de mettre un enfant bien développé debout, en le soutenant avec les mains sous les aisselles, on assiste à des mouvements tout à fait incoordonnés des jambes pendant plusieurs semaines. Au lieu de poser la plante du pied à plat sur le sol, il en est qui s'appuient seulement sur la pointe, d'autres sur le talon ; d'autres, au lieu d'avancer les jambes, piétinent et plient les jarrets, comme s'ils voulaient sauter. Souvent les pieds s'entrecroisent en ciseaux. La force musculaire est encore déficiente et les jambes fléchissent, ne pouvant supporter le poids du corps. On voit pendant plusieurs semaines les pieds lancés irrégulièrement en avant ou de côté, comme par de petites marionnettes, ou bien les pas sont très courts, très précipités. Les variétés dans ces mouvements initiaux, encore incoordonnés, sont infinies. Jai vu quelquefois les mouvements des jambes se faire dans le sens du recul au lieu d'avancer. Certains enfants placés sur le ventre esquissent avec les bras et les jambes des mouvements qui rappellent ceux de la nage, pour se déplacer. Il faut un certain temps pour que les jambes prennent l'habitude d'avancer l'une après l'autre et d'une manière rythmée.

Ai-je besoin d'ajouter que pour tous ces petits exercices préparatoires à la marche, l'intervention des mères ou des nourrices peut être utile, quoi qu'en pensent les personnes qui ont adopté sur ce sujet les idées, *a priori* exposées par J.-J. Rousseau dans son *Emile*. Voici en quels termes ce philosophe morigène les nourrices : « Y a-t-il, dit-il, rien de plus sot que la peine qu'on prend pour apprendre aux enfants à marcher, comme si l'on avait vu quelqu'un qui, par la négligence de sa nourrice, ne sut pas marcher étant grand ? Combien voit-on de gens, au contraire, marcher mal toute leur vie, parce qu'on leur a appris à marcher ? » Rousseau ne veut même pas qu'on leur évite les premières chutes. « Emile n'aura ni bourrelets, ni chariots, ni lisières, dès qu'il commencera de savoir mettre un pied devant l'autre... Qu'il coure, qu'il s'ébatte, qu'il tombe cent fois par jour, tant mieux, il apprendra plus tôt à se relever. Le bien-être de la liberté rachète beaucoup de blessures. Mon élève aura souvent des contusions, en revanche il sera toujours gai, si les vôtres en ont moins, ils sont toujours contrariés, toujours enchaînés, toujours tristes, il faut commencer à le considérer comme un être moral ». N'est-il vraiment pas un peu tôt pour faire intervenir la moralité d'un petit enfant qui ne se tient pas encore sur les jambes ?

Rousseau, dominé par ses idées préconçues sur la supériorité de l'état de nature, se laisse entraîner à des sophismes que bien peu de mères accepteront de mettre en pratique. Les contusions et les blessures résultant des chutes ne sont pas toujours sans danger, ni complications. Il est vrai de dire qu'il n'accorde aucune confiance à l'art médical, car il déclare qu'il n'appellera un médecin auprès d'Emile que s'il est à l'extrémité, car il ne peut lui faire pis que de le tuer ! La doctrine du philosophe genévois ne tendait à rien moins qu'à ramener l'humanité à l'état sauvage, et c'est bien aujourd'hui l'occasion de rappeler la réflexion spirituelle que Voltaire lui adressait dans une de ses lettres : « il prend envie de marcher à quatre pattes en lisant votre ouvrage. »

Sans m'attarder à discuter des opinions paradoxales qui ne valent que par le nom du grand homme qui les a émises, je dois faire observer qu'on ne peut faire dresser de bonne heure sur les jambes que les enfants bien développés pour leur âge, et bien constitués, car si les os sont mous et fragiles, comme chez les débiles et les rachitiques, on risque de les déformer, de les incurver par le poids du corps, qu'ils ne sont pas en état de supporter. En général, ceux qui présentent des mouvements de prélocomotion, qui rampent sur les mains et les genoux, sont robustes et peuvent être exercés dès lors, sans inconvénient, à faire leurs premiers pas ; il y prennent

même plaisir, de même que les mères, et savent bien faire comprendre qu'ils veulent quitter leur berceau ou leur chaise pour être mis par terre. Il est probable que, par ce petit apprentissage de la marche, on peut gagner du temps, en soutenant les enfants sous les bras pour les habituer à avancer alternativement les jambes.

J'exposerai plus loin par quel mécanisme physiologique admirable s'établit l'harmonie des fonctions musculaires de la colonne vertébro-crânienne et des membres inférieurs pour assurer simultanément le mouvement rythmé des jambes et l'équilibre dans la station verticale. Cet équilibre est encore bien instable les premiers temps, et l'enfant cherche à y suppléer en s'appuyant ou même en s'accrochant avec les mains aux objets qui l'entourent, aux meubles, aux murs, comme je l'ai déjà indiqué. La plupart marchent à la main ou même au doigt pendant plusieurs semaines, avant d'oser faire seuls les premiers pas. Dès qu'on les quitte ils s'arrêtent et s'assoient dans la crainte de tomber. Il n'est pas rare que cette crainte se prolonge plus longtemps, il ne peuvent se décider à se lâcher ; cette peur instinctive ne cesse que lorsque la coordination motrice est complète et qu'ils en ont conscience. Quelques-uns, après avoir commencé de marcher sans soutien, refusent de continuer, s'ils ont fait des chutes ; ils reprennent même les mouvements de prélocomotion pendant quelques semaines.

Gerdy avait déjà remarqué que la force musculaire est plus profondément troublée chez le jeune enfant que chez l'adulte, lorsque survient une maladie, même de courte durée ; la convalescence chez eux est plus longue, tout au moins pour ce qui concerne les fonctions locomotrices, qui ne se rétablissent que lentement.

Il est impossible de prévoir exactement le moment où un enfant qui marche déjà bien à la main va se lâcher ; les mères qui ont tenté vainement d'avancer ce moment, sont tout étonnées de voir l'enfant se risquer enfin à faire seul ses premiers pas. Pour cela il élargit sa base de sustentation en écartant les deux pieds, mais les premiers mouvements de la marche bipède sont loin de la perfection, qu'ils acquéreront à la longue.

La voûte plantaire est encore à peine creusée par l'action des muscles péroniers et des autres fléchisseurs, les pieds sont presque plats. De même les courbures de la colonne vertébrale et spécialement la courbure lombaire sont à peine prononcées ; elles se développeront lentement par la contraction des muscles qui s'attachent aux vertèbres pour maintenir la station verticale. A cette phase initiale les jambes ont encore une certaine raideur ; les mouvements de flexion et d'extension dans les genoux, dans les articulations tibio-tarsiennes sont très limités, il semble que l'enfant marche d'abord sur des échasses, mais assez vite ces mouvements articulaires s'assoupliront et s'étendront pour faciliter le jeu des leviers osseux. Dès ce moment on note des mouvements d'oscillation dans les bras, qui sont solidaires avec ceux des jambes ; les coudes sont écartés du tronc, les avant-bras fléchis sur les bras prêts à être projetés en avant en cas de chute. A partir du moment où ils commencent à circuler debout seuls, les enfants font des pas courts et précipités ; ils semblent courir après leur centre de gravité, comme on l'a dit. Bientôt ils vont remuer sans cesse, ne s'asseoient pas, courent plutôt qu'ils ne marchent, ils paraissent infatigables. On est étonné de voir la force mécanique déployée par ces petits êtres qui sont restés si longtemps inertes. La plupart brûlent leur réserve graisseuse pour subvenir à cette suractivité musculaire ; ils ne gagnent plus de poids ou même en perdent pendant quelques semaines.

Permettez-moi en terminant de vous rappeler quelques considérations physiologiques qui vous serviront à interpréter les phénomènes complexes de la prélocomotion.

Vulpian a dit très justement que si l'enfant ne marche pas en naissant, comme la plupart des petits des autres animaux, c'est que le développement de son système nerveux est encore incomplet ; il faut ajouter aussi que la marche bipède est retardée par la faiblesse du développement des membres inférieurs relativement à la partie supérieure du corps dans les premiers mois de la vie. Vous savez bien que certains oiseaux, en sortant de la coquille, ont déjà les mouvements locomoteurs parfaitement coordonnés, que les petits poussins non seulement sont très agiles avec leurs pattes, mais qu'ils sont déjà capables de becqueter leur pâture, que les petits canards n'hésitent pas à se jeter tout de suite à l'eau pour nager. Cette précocité de la locomotion est en rapport avec le développement déjà avancé du système nerveux dont les centres président à la coordination des mouvements.

Je vous ai montré en commençant cet exposé que, chez l'homme, les choses se passent bien différemment, que la coordination motrice est si incomplète que l'enfant, après la naissance, est encore incapable de tenir la tête en équilibre sur la colonne vertébrale, et que si les membres supérieurs sont déjà doués d'une certaine activité, les muscles du rachis et du tronc et surtout ceux des membres inférieurs sont encore plus ou moins faibles. La force de la croissance déterminera l'accroissement progressif des organes locomoteurs et du système nerveux qui règle et coordonne les mouvements compliqués de la prélocomotion d'abord, et plus tard de la marche bipède. Ce n'est qu'à

deux mois environ, comme je l'ai indiqué, que l'enfant peut tenir la tête droite, à sept qu'il peut rester assis, à huit ou neuf que s'ébauchera la prélocomotion, et de onze à treize mois que l'équilibre dans la station verticale étant acquis, la marche bipède deviendra possible. Cette lenteur dans la coordination successive des fonctions locomotrices ne doit pas nous étonner ; elle est la conséquence de la modalité spéciale de la croissance chez l'homme, qui est bien moins rapide que chez la plupart des animaux, comme l'avait déjà remarqué Buffon.

Il faut vingt ans au moins pour qu'un enfant parvienne à l'état adulte, alors que l'accroissement est complet chez les grand mammifères domestiques, à deux ou trois ans. Mais, dans le premier âge, chez l'enfant, le développement du cerveau et des fonctions psychiques est anticipé, si on le compare à l'accroissement de l'appareil locomoteur, particulièrement dans les membres inférieurs, de là un impérieux besoin de se mouvoir provoqué par les sensations, les désirs et même les impulsions précédant l'achèvement des fonctions locomotrices et la marche bipède. La prélocomotion apparaît donc comme la résultante d'une coordination instinctive et temporaire des mouvements des membres et du tronc, en vue de la progression, en attendant que le degré d'accroissement de l'appareil locomoteur et du système nerveux soit suffisant pour assurer simultanément : 1° l'équilibre dans la station verticale ; 2° les mouvements alternatifs rythmés des jambes. Ces deux facteurs sont indispensables dans la marche bipède.

Personne n'a analysé avec plus de pénétration que Duchenne (de Boulogne), le mécanisme si complexe de la locomotion chez l'adulte, et les idées qu'il a émises sur ce sujet sont applicables à la première enfance (1). Duchenne a démontré que les mouvements ne résultent pas de la contraction individuelle des muscles, comme lorsqu'ils sont excités artificiellement par l'électricité, mais de la contraction des groupes musculaires associés, fonctionnant simultanément. Il a distingué les associations musculaires qui déterminent les mouvements impulsifs, d'une part, et les mouvements antagonistes, d'autre part ; ces derniers étant nécessaires pour régler et limiter les premiers. Dans les mouvements de la marche, en particulier, il a faut voir que les contractions étaient synergiques, non seulement dans les associations musculaires des membres inférieurs, mais aussi dans celles des membres supérieurs qui n'oscillent pas, comme on l'a cru, par l'effet de la pesanteur, comme un pendule, pour maintenir l'équilibre du corps, mais qui sont déplacés activement par les muscles de l'épaule, en même temps que les jambes se meuvent alternativement. Les recherches de ce maître ont établi, d'une manière indiscutable, que la station debout, dans laquelle un si grand nombre de muscles sont en action, ne peut être réalisée que par la solidarité fonctionnelle de la musculature vertébro-crânienne et de la musculature des membres inférieurs ; seule aussi cette solidarité fonctionnelle permet la marche bipède. Pour expliquer cette coordination si parfaite des mouvements dans les associations musculaires, il admet qu'elle est régie par un pouvoir spécial qu'il propose de nommer *Faculté coordinatrice de la locomotion*. Cette faculté ne siégerait pas dans le cervelet, car cet organe est intact dans la maladie de l'ataxie locomotrice, alors que l'incoordination motrice est *au maximum* ; il tend à localiser ces centres coordinateurs dans le myélencéphale, sans préciser davantage. Il me semble nécessaire de citer textuellement les termes dans lesquels ce maître a exprimé son opinion : « Certaines cellules de la substance grise se combinent pour harmoniser les associations musculaires impulsives, les associations modératrices, et quelquefois les associations collatérales nécessaires à tout mouvement volontaire ou instinctif. Ces combinaisons des cellules de la substance grise sont elles-mêmes commandées et régies par certaines cellules de l'encéphale. De même que la faculté coordinatrice de l'articulation des mots, dont la paralysie constitue une des espèces d'aphasie, d'après les recherches modernes, semble avoir son siège dans un point des hémisphères cérébraux, de même la faculté de coordination de la locomotion, puise peut-être son innervation spéciale dans l'encéphale, ailleurs bien entendu que dans le cervelet. C'est ce qu'il faudra rechercher à l'aide de l'observation clinique. Parviendra-t-on jamais à résoudre ce problème ? Je ne saurais en désespérer. »

La doctrine si ingénieuse de Duchenne sur les centres cérébro-spinaux qui président à la faculté coordinatrice de la locomotion, formulée en 1867, devait être confirmée en 1883 par la découverte d'un syndrôme morbide consistant essentiellement dans l'impossibilité de conserver la station verticale avec une incoordination simultanée des mouvements dans les membres inférieurs. Ce trouble singulier a été décrit par Charcot et ses élèves sous le nom *d'astasie-abasie ;* il rappelle beaucoup ce que l'on observe chez le jeune enfant à la phase de prélocomotion. Il n'y a pas de paralysie à proprement parler, la force musculaire est conservée au dynamomètre et cependant l'équilibre dans la station debout est impossible, les jambes fléchissent sous le poids du corps et leurs mouvements

(1) La physiologie des mouvements démontrée à l'aide de l'expérimentation électrique et de l'observation clinique, Paris 1867.

sont incoordonnés pour la marche. Certains sujets peuvent faire quelques pas, si on les soutient par le bras : chose bien singulière, ces mêmes sujets sont capables de marcher à quatre pattes, de grimper ; ils peuvent progresser dans la station assise sur une chaise, comme lorsqu'on se rapproche d'une table.

N'est-ce pas le tableau complet de ce qui se passe chez l'enfant avant la marche bipède, y compris l'incoordination motrice des jambes, la marche à quatre pattes, le déplacement sur un objet mobile comme base de sustentation ?

Pour interpréter le syndrôme de l'astasie-abasie survenant brusquement, en général chez les névropathes, et cessant de même après un temps variable, on admet un trouble, une inhibition des centres coordinateurs de la locomotion. Cette inhibition n'est que temporaire et ne semble pas déterminée par une lésion permanente du système nerveux, car la restauration des fonctions motrices est la règle et la maladie guérit généralement.

Pour cette raison on n'a pas encore eu l'occasion de contrôler anatomiquement la localisation des centres indiqués par Duchenne dans le myélencéphale et qui régissent la faculté de coordination locomotrice.

Le mécanisme physiologique de l'astasie-abasie de l'adulte est évidemment différent de celui qui intervient chez le jeune enfant dans des conditions analogues. Chez ce dernier, c'est par un développement encore incomplet des centres nerveux qu'on doit expliquer l'insuffisance de la régulation locomotrice ; tandis que chez l'adulte qui perd subitement l'équilibre et la faculté de marcher, il s'agit d'un trouble accidentel et temporaire dans le fonctionnement de ces mêmes centres, dont le développement est achevé depuis longtemps. C'est ce qui explique le retour tardif à la prélocomotion.

Dernièrement, mon éminent collègue des hôpitaux, M. Sicard, dans un travail sur une forme d'astasie-abasie qu'il a observée chez des personnes avancées en âge, propose de localiser le centre encéphalique coordinateur de la locomotion dans le corps strié. Je lui ai demandé les raisons sur lesquelles il s'appuyait et il m'a répondu que c'est « sur ce que l'on voit journellement dans la symptomatologie motrice de l'encéphalite léthargique ». Espérons que des recherches ultérieures viendront confirmer et préciser les localisations prévues et attendues par Duchenne.

Je m'excuse, en terminant, d'avoir retenu si longtemps votre bienveillante attention sur le sujet limité de la prélocomotion, qui intéresse non seulement les mères, mais aussi les savants. Vous avez pu voir que cette étude, loin d'être négligeable, est plus complexe qu'on ne pourrait le croire et qu'elle doit être poursuivie par les chercheurs, car elle soulève des problèmes de physiologie du système nerveux qui sont loin d'être résolus.

N'oublions pas que les observations que je viens de rapporter ont un haut degré de généralité dans l'espèce humaine, et que près de la moitié d'entre nous, avant de marcher sur leurs pieds, ont progressé à quatre pattes, ou en rampant sur les mains et les genoux, ou enfin en glissant sur les fesses comme de petits culs-de-jatte. Ceux d'entre nous qui n'ont pas passé par la phase de prélocomotion avant la marche bipède, ne doivent pas s'enorgueillir, car ils ne marchent pas mieux maintenant que les autres (1).

Dr VARIOT,
Médecin honoraire de l'Hospice des Enfants assistés.

(1) CONFÉRENCE BROCA, faite à la Société d'Anthropologie, le 9 décembre 1926, par le Dr G .Variot, médecin honoraire de l'Hospice des Enfants Assistés, Président fondateur de la Goutte de lait de Belleville.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Décembre 1926). — *Théorie des fonctions.* 1. A tout nombre positif ε on peut faire correspondre un nombre positif C (ε) tel que les valeurs de la fonction $f(z)$ holomorphe pour $|z| < 1$ ($f(0) = 0$, $f'(0) = 1$) recouvrent tout le cercle $|Z| < C$ sauf des points intérieurs à un cercle vu de l'origine sous l'angle 2ε : tel est l'un des théorèmes que démontre M. *Georges Valiron* et dont il précise les relations avec divers théorèmes de MM. Montel, Kœbe, Landau, Bohr.

2. Le symbole $\varphi_n(x)$ désignant une combinaison linéaire à coefficients constants des fonctions $\cos kx$ ($k = 0, 1, \ldots, n^4(n+1)$), M. *Kolmogoreff* envisage la fonction.

$$\Phi(x) = \sum_{m=1}^{\infty} M_m \varphi_p(x) \qquad (p = n^4(m+1)).$$

Si Σ^M_n est absolument convergente, Φ est sommable ; et pourtant si p croît assez vite, sa série de Fourier diverge partout.

Analyse, 1 et 6. Pour effectuer l'intégration incomplète de l'équation.

$$r + 2A(x, , z, p, q)\, s + C(x) = 0,$$

M. Riquier expose une méthode qui ramène la question à l'intégration d'une équation du 1er ordre ; comme le fait observer M. *E. Goursat* le principe de la méthode réside dans l'application d'une transformation de contact très voisine de celle d'Ampère.

2. En introduisant la notion de fonction multivalente dans un domaine, M. *Paul Montel* précise les résultats qu'il a obtenus récemment grâce à sa notion d'*anneau* ; le théorème qu'il obtient généralise notamment des propositions de MM. Landau, Fekete, Bohr.

3. Poursuivant ses recherches sur les variétés non-holonomes, M. *G. Vranceanu* montre comment on peut y définir des tenseurs, grâce à l'invariance d'une certaine forme relativement à un changement de congruences fondamentales. Il étudie de même la notion de transport d'un vecteur par parallélisme à liaison.

4. L'hydrodynamique introduit des équations intégrales du second degré, à limites fixes; M. *J. Delsarte* en développe la théorie, qui s'appliquerait d'ailleurs à des équations à seconds membres homogènes, de degré quelconque.

5. S'appuyant sur des résultats de M. Lagrange, M. *H. Mineur* étudie dans les espaces de Riemann les propriétés des formules de Taylor généralisées.

7. Récemment, M. *René Garnier* avait indiqué une méthode pour résoudre le problème de Plateau pour un polygone gauche; le succès de la méthode exigeait la non-existence de pseudo-chocs entre les images des sommets du polygone; l'Auteur montre qu'effectivement, les pseudo-chocs ne peuvent se produire. Puis, par un passage à la limite, où il utilise une méthode de M. Birkhoff, il étend la solution aux contours continus et généralise des résultats de M. Birkhoff.

8. Comme le montre M. *E. Vessiot* le théorème établi récemment par MM. Wavre et Bruttin est équivalent à une proposition démontrée autrefois par Poincaré, et qui se rattache à la théorie de l'indice de Kronecker. A ce sujet, l'Auteur présente une série de généralisations du théorème en question.

9. M. *Lainé* envisage à nouveau l'équation :

$$\frac{s}{p} = \frac{\sqrt{q}+q}{x-y} + \frac{z-x}{q};$$

en dehors des équations de M. Goursat, c'est la seule équation de première classe qui admette un invariant du second ordre pour le système (X); en outre l'Auteur a pu obtenir une formule remarquable qui en fait connaître l'intégrale générale, sans aucun signe de quadrature.

10. M. *Paul Montel* précise la définition de la convergence d'une suite de fonctions dans un domaine; et il établit à ce sujet diverses propositions importantes, telle la suivante : Si une suite infinie de fonctions méromorphes dans un domaine (D) converge dans l'intérieur de ce domaine, tout domaine intérieur à (D) en contient un autre dans lequel la convergence est uniforme.

11. Avec M. *R. Wavre* envisageons les symboles

$$n_i \varphi_i(x) = f_i(x), n_i^2 = \int_a^b f_i^2(x)\,dx, I_{i+1}(x) = \int_a^b N(x,y)\,\varphi_i(y)\,dy,$$

où le noyau N satisfait à des conditions bien déterminées. L'Auteur montre que la réponse à diverses questions de convergence concernant la suite φ est liée étroitement à la valeur du produit $\Pi \frac{n_i}{n}$ (avec $n = \lim n^i$):

Géométrie. La notion de systèmes conjugués a été prolongée à l'hyperespace par M. E. Bompiani; M. *Beniamino Segre* étend à ces systèmes la transformation de Laplace, et obtient divers résultats, comme le suivant : Un système conjugué d'espèce ν détermine en général une chaîne ouverte aux deux côtés de ∞ systèmes analogues à laquelle il appartient et dans laquelle chaque système a pour consécutifs ses deux transformés de Laplace d'espèce ν.

Géométrie infinitésimale. Pour traiter le problème de la déformation des surfaces M. *Bertand Gambier* observe que les équations de Codazzi sont linéaires, et qu'elles admettent pour δ, δ' δ'' la solution E, F, G; existe-t-il une surface (E. F. G.; δ, δ', δ'') telle que (E, F, G; λ E $+\mu\delta$, λ F + $\mu\delta'$, λG + $\mu\delta''$) soit applicable sur la première, λ et μ ayant des valeurs numériques données ? La solution du problème est fournie par les surfaces parallèles à une surface de courbure totale constante.

Mécanique céleste. Récemment M. *H. Andoyer* a obtenu une transformation nouvelle de la méthode de Delaunay; l'Auteur en fait l'application à la Lune, et il expose les simplifications que l'on peut effectuer dans les calculs.

Relativité. M. Weyl a étudié l'effet Doppler-Fireau dans l'Univers de de Sitter; sa formule a été critiquée par M. Silberstein qui lui en a substitué une autre; en combinant l'effet Doppler de la relativité restreinte et l'effet du champ, M. *Jean Chazy* obtient une autre formule donnée en substance par M. Becquerel, et qui généralise celle de M. Eddington; il serait intéressant de la contrôler expérimentalement.

Statistique mathématique. M. *Octave Oncescu* recherche, par la méthode des moyennes, la fonction $f(x)$ telle que l'ensemble $f(x_i)$ s'ajuste le mieux possible aux valeurs données y_i; la méthode s'applique au cas où les données x_i forment un ensemble fini ou dénombrable, ou même non dénombrable, de mesure finie. Elle s'appliquerait encore à la recherche des intégrales d'une équation aux dérivées partielles, les intégrales ayant des valeurs approximatives au contour.

RENÉ GARNIER.

Chimie Physique

Les dimensions et la structure de l'électron d'après les théories modernes. — 1. Le calcul indique que, pour une charge e au repos, répartie uniformément sur une sphère de rayon a placée dans le vide, la masse électromagnétique a pour expression :

$$m = \frac{2e^2}{3a}$$

où e est évalué en unités électromagnétiques C. G. S.

On voit que la masse varie en raison inverse du rayon de la sphère électrisée.

Nous avons indiqué comment on peut expérimentalement déterminer la charge e et la masse m de l'électron. Si l'on suppose la charge uniformément répartie sur une surface sphérique et la masse tout entière d'origine électromagnétique, la formule précédente permet de calculer le rayon de l'électron. On trouve $1{,}8 \times 10^{-13}$ centimètre (1).

Les théories cinétiques conduisent, pour le rayon des atomes, à des grandeurs de l'ordre de 10^{-8} centimètre; le rayon de l'électron serait environ cinquante mille fois plus petit. Si l'on grossissait l'atome et l'électron dans le même rapport, de manière à donner à l'atome un rayon de 5 mètres, l'électron serait une particule microscopique de $\frac{1}{10}$ de millimètre de rayon.

Le proton, ou électron positif, dont la charge est la

(1) Si la masse m de l'électron n'était pas tout entière de nature électromagnétique, elle se présenterait sous la forme de deux termes; l'un $\frac{2e^2}{3a}$ représentant la masse électromagnétique, l'autre, m_1, représentant la masse matérielle :

$$m = \frac{2e^2}{3a} + m_1$$

On serait ainsi conduit, pour le rayon a, à une valeur plus grande que celle indiquée dans le texte.

même que celle de l'électron et dont la masse est 1800 fois plus grande, doit avoir, s'il est exclusivement composé d'électricité, un rayon 1800 fois plus petit que celui de l'électron.

2. Supposons que les lois établies en électrostatique par des expériences faites sur des conducteurs à notre échelle puissent être étendues à l'électron. La pression électrostatique à la surface de l'électron a pour valeur :

$$p = \frac{2\pi\sigma^2}{K_0} \text{ dynes par cm}^2$$

σ désigne la densité électrique superficielle et K_0 la constante diélectrique du vide. En introduisant la charge e et le rayon a de l'électron, cette expression devient :

$$(1) \qquad p = \frac{2\pi}{K_0}\left(\frac{e}{4\pi a^2}\right)^2 = \frac{1}{K_0}\frac{1}{8\pi}\left(\frac{e}{a^2}\right)^2$$

Dans le système d'unités électrostatiques C. G. S. on a :

$$K_0 = 1,$$
$$e = 4{,}77 \times 10^{-10},$$
$$a = 1{,}8 \times 10^{-13} \text{ cm};$$

d'où :

$$p = 8{,}6 \times 10^{-30} \text{ dynes par cm}^2.$$

On s'est demandé quelle était la cause qui maintenait l'électricité dans l'électron, malgré cette énorme pression électrostatique.

a) D'après H. Poincaré, l'équilibre serait réalisé grâce à une pression compensatrice exercée sur l'électron par l'éther extérieur.

Sous une autre forme, on peut dire que la configuration d'équilibre de l'électron au repos est celle qui rend minima l'énergie potentielle des actions qui s'y superposent, répulsions électrostatiques et pression de Poincaré. Pour un électron sphérique de rayon a, l'énergie potentielle $\frac{e^2}{2K_0a}$ provenant de la charge qui est celle de la pression extérieure est égale au produit de cette pression par le volume de l'électron, soit $\frac{4}{3}\pi a^3 p$. D'où, pour l'énergie potentielle totale au repos :

$$E_0 = \frac{e^2}{2K_0a} + \frac{4}{3}\pi a^3 p.$$

La valeur de a qui rend cette expression minima est donnée précisément par la relation (1). Si on remplace dans l'expression de E_0 la pression p par sa valeur en fonction du rayon d'équilibre donné par (1) on obtient, pour l'énergie potentielle totale de l'électron en équilibre au repos :

$$E_0 = \frac{e^2}{2K_0a} + \frac{e^2}{6K_0a} = \frac{2e^2}{3K_0a}.$$

Un fait remarquable, signalé par H. Poincaré, est que, dans l'électron en mouvement la forme d'équilibre ne doit plus être une sphère mais un ellipsoïde aplati dans le sens du mouvement, conformément à la contraction imaginée dans tous les corps en mouvement par Fitzgerald et Lorentz (1).

(1) On conçoit aisément qu'il puisse en être ainsi. Le champ électrique n'est pas distribué autour de l'électron en mouvement comme il l'est autour de l'électron au repos et il s'affaiblit aux pôles pour augmenter à l'équateur. La pression électrostatique diminue donc aux pôles, où la pression de Poincaré l'emporte, pour augmenter à l'équateur. L'électron s'aplatit aux pôles jusqu'à ce que soit réalisé un nouvel équilibre. Il ne se dilate pas à l'équateur parce que la force électromagnétique de Lorentz y agit en sens opposé à la pression électrostatique accrue. Finalement, l'équilibre est réalisé pour le même rayon équatorial qu'au repos et avec un demi-axe polaire égal à $a\sqrt{1-\beta^2}$, β représentant le rapport $\frac{a}{e}$ entre la vitesse de l'électron et celle de la lumière dans le vide.

3. On considère généralement l'électron comme une simple charge électrique. Mais c'est là une hypothèse qui ne s'appuie sur aucune donnée précise : « Si, comme l'écrit Larmor, l'électricité peut s'expliquer par des électrons, l'électron ne s'explique pas, en fin de compte, comme étant de l'électricité ». Ce doit être, très vraisemblablement, un organisme complexe.

On sait bien peu de chose sur la structure de l'électron et les hypothèses qu'on peut faire sont assez arbitraires. Dire, en effet, que la particule est rigide signifie qu'une force agissant en un des points de sa surface se manifeste au même moment sur le côté opposé, en un mot qu'elle se transmet instantanément, contrairement au postulat fondamental de la théorie relativiste d'après lequel aucune action ne peut se transmettre avec une vitesse supérieure à celle de la lumière.

Les relativistes sont portés à considérer l'électron comme un point singulier dans le substratum universel, unique et homogène, que constitue l'éther ; les électrons ne seraient pas des corps étrangers dans l'éther mais seulement des régions où les paramètres caractérisant l'état de l'éther ont pris des valeurs exceptionnellement grandes. Ces lieux formeraient ainsi un contraste aigu avec l'espace vide environnant où l'éther ne s'écarte que peu de son état normal uniforme : « Les particules matérielles élémentaires sont en quelque sorte des positions nodales de l'éther, mais pourtant leur séparation d'avec le vide qui les entoure n'est pas aussi nette qu'elle peut sembler au premier abord, car ces corpuscules se prolongent à l'extérieur dans le champ électrique qui leur est invariablement lié » (Mie).

La conception précédente de l'électron ne satisfait qu'incomplètement les physiciens de laboratoire : « Il y a beaucoup à dire en faveur de la théorie que les électrons sont des discontinuités dans l'éther. Mais les expérimentateurs surtout nous ont donné de si fortes preuves que ce sont de tout petits corpuscules, que je dois bien les considérer comme tels » (Lorentz).

4. Certains faits semblent indiquer que l'électron est doué d'une polarité magnétique. Ainsi les trajectoires des électrons libérés dans l'air humide par un faisceau de rayons X et photographiés suivant la méthode de Wilson ont souvent une courbure régulière. Certaines d'entre elles semblent se terminer suivant des spirales qui peuvent tourner à droite ou à gauche. Pour interpréter ces observations, Compton suppose que l'électron agit comme un doublet magnétique dont l'axe garde une direction à peu près fixe et que la courbure de la trajectoire résulte de la réaction du champ magnétique induit dans le milieu, supposé légèrement paramagnétique.

« L'idée que l'électron a des propriétés magnétiques n'est encore qu'un essai et il faudra des preuves nouvelles et plus convaincantes avant qu'on puisse l'accepter. Mais, si l'on admet que l'électron possède une pareille propriété, il est naturel de supposer qu'elle est

due, d'une certaine façon, à une rotation de l'électron. L'électron annulaire de Parsons a été imaginé tout spécialement pour avoir une polarité magnétique. La question très intéressante se pose de savoir si cette rotation est une propriété intrinsèque de l'électron ou si elle est liée à la vitesse de translation de l'électron dans son orbite atomique. » (Rutherford).

5. Nous possédons sur l'électron des données numériques précises. Nous connaissons sa masse, nous savons déterminer sa vitesse, nous pouvons rendre ses trajectoires visibles, etc. Mais en ce qui concerne sa forme et sa structure, nous ne pouvons faire que des hypothèses très incertaines.

« L'électron est donc actuellement l'élément ultime auquel s'arrêtent nos connaissances et il ne paraît guère probable qu'on parvienne dans un avenir prochain à en dévoiler la nature. Nous nous trouvons, vis-à-vis de l'électron, à peu près dans la même situation que les chimistes d'il y a un siècle, devant l'atome. Et de même que la tâche s'est posée alors de déterminer la constitution des molécules formées de ces atomes qui apparaissent comme le dernier degré de division de la matière, pareillement le problème se présente aujourd'hui de déterminer l'architecture des édifices atomiques, formés d'électrons que nous croyons indivisibles, dont certaines propriétés sont connues, mais dont la véritable nature reste cachée ». (Berthoud).

6. Quelle est l'origine de la masse de l'électron ? Implique-t-elle que l'électron possède un support matériel ? La question n'a peut-être pas un sens très précis attendu qu'il serait difficile de définir ce qu'on entend par matière, en dehors de la propriété qu'elle présente d'être pourvue de masse.

La masse des corps matériels est souvent mesurée par l'attraction que la pesanteur exerce sur eux. Mais elle exprime également la résistance que la matière oppose au mouvement, c'est-à-dire ce qu'on peut appeler son coefficient d'inertie. Ainsi deux sphères de même rayon, l'une en bois, l'autre en plomb, disposées dans une région de l'espace assez éloignée de la terre pour que la pesanteur y soit insensible, se comporteraient différemment : un même choc imprimé à chacune d'elles communiquerait à la sphère de bois une vitesse bien plus grande qu'à la sphère de plomb.

Mais il n'y a pas que la matière qui oppose une résistance au mouvement. Imaginons une roue très lourde, mobile sans frottement autour d'un axe horizontal ; pour lui imprimer une certaine vitesse de rotation, il faudra faire agir unec ertaine force pendant un certain temps, parce que la matière qui constitue la roue oppose de l'inertie à sa mise en mouvement. Supposons que la roue, extrêmement légère, soit formée d'un fil de cuivre enroulé autour d'un anneau. Disposons-la entre les pôles d'un aimant puissant. Va-t-il suffire d'une chiquenaude pour la mettre en mouvement ? Point du tout : le déplacement d'un circuit électrique fermé dans un champ magnétique engendre un courant (courant induit), qui tend à s'opposer au mouvement du circuit et lui communique une sorte d'inertie de nature électromagnétique, due aux réactions qui s'exercent entre courants et aimants.

En résumé, il faut fournir une certaine énergie à une masse matérielle pour la mettre en mouvement : une fois en mouvement, elle tend à conserver sa vitesse. De même, pour produire un courant dans un circuit, il faut vaincre certaines résistances, dépenser une énergie ; une fois établi, il tend à se maintenir.

L'électron pourra résister aux causes susceptibles d'altérer sa vitesse pour deux raisons : 1° par l'inertie mécanique de son support matériel ; 2° par l'inertie électromagnétique propre au courant électrique qu'il engendre en se déplaçant.

En supposant l'électron uniquement formé d'électricité négative et faisant quelques hypothèses simples sur sa forme, Lorentz a établi une formule exprimant la variation de son inertie avec la vitesse. Cette inertie part d'une certaine valeur pour l'électron au repos, croît avec la vitesse et devient infinie lorsque la vitesse tend vers celle de la lumière. Des mesures expérimentales montrent que les variations d'inertie d'un électron avec la vitesse sont en bon accord avec la formule de Lorentz.

En réalité, la formule qui représente, d'après Lorentz, la variation de la masse d'une charge électrique en fonction de sa vitesse est identique à celle qui doit exprimer, d'après la théorie de la relativité, la variation de la masse d'un système quelconque, matériel ou non, avec la vitesse. Que l'électron possède ou non un support matériel, la variation de son inertie avec sa vitesse doit donc être représentée par la formule de Lorentz, si l'on admet les conclusions des théories relativistes. L'accord de la formule de Lorentz avec l'expérience doit plutôt être considérée comme une vérification expérimentale de ces théories.

7. On admet aujourd'hui que l'atome d'hydrogène est constitué par un électron qui gravite autour d'un centre électrisé positivement dont la masse est très sensiblement celle de l'atome d'hydrogène et dont la charge est égale, en valeur absolue, à celle de l'électron. Le noyau de l'atome d'hydrogène est un des constituants essentiels du noyau de tous les atomes. Aussi lui a-t-on donné le nom de *proton*.

On a émis l'idée que ce proton pouvait être uniquement formé d'électricité et constituerait l'électron positif. Le fait que sa masse est beaucoup plus grande que celle de l'électron négatif tiendrait à une plus forte concentration de l'électricité constituante.

On peut se demander pourquoi la charge des unités positive et négative est la même. Pour Lorentz et Rutherford, il faut admettre cette égalité comme un fait d'ordre expérimental qu'il n'est pas possible d'établir en se basant sur des principes généraux.

8. Un certain nombre d'auteurs ont, à diverses reprises, conclu à l'existence de charges isolées qui seraient inférieures à celle de l'électron et constitueraient, en quelque sorte, des sous-électrons. Ainsi, Ehrenhaft et plusieurs autres physiciens, à la suite d'expériences faites sur des particules métalliques produites dans l'arc électrique, ont nié l'existence d'une charge élémentaire et admis que la quantité d'électricité portée par une sphérule diminue indéfiniment avec le rayon. Avec raison, J. Perrin a objecté à Ehrenhaft que son argumentation repose sur l'hypothèse que toutes les particules sont sphériques, hypothèse qui n'est justifiée par aucune preuve expérimentale. Ehrenhaft a alors repris les mêmes expériences sur des particules de mercure pulvérisées dans l'arc électrique qui, en raison de leur état liquide, doivent nécessairement affecter une forme sphérique ; dans ce cas encore, les charges obtenues sont très inférieures à celle de l'électron.

Schidlof a établi que ce résultat anormal tenait à ce que les particules ainsi produites dans l'arc électrique n'étaient pas formées de mercure pur. Etudiant les charges portées par des gouttes ultra-microscopiques de mercure obtenues par un procédé de pulvérisation mécanique, il a constaté ce fait curieux que les gouttes de mercure sont volatiles et que leurs dimensions dimi-

nuent progressivement, tandis que les particules observées par Ehrenhaft étaient absolument invariables. Il faut en conclure, semble-t-il, que la pulvérisation électrique, même dans un gaz réputé inerte, comme l'azote ou l'anhydride carbonique, modifie la nature chimique des corps, la forme de ces particules n'est pas sphérique et leur densité n'est pas celle du métal pur.

Reprenant les expériences de Millikan, soit avec des gouttes d'huile, soit avec des particules métalliques préparées par pulvérisation mécanique, Schidlof a toujours obtenu, pour la charge de l'électron, des valeurs qui s'approchent de celles de Millikan à un pour cent près; les particules métalliques qui ne sont sûrement pas sphériques, fournissent sensiblement le même résultat que les gouttes d'huile.

Millikan, de son côté, a effectué de nouvelles expériences sur des gouttes d'huile dans l'air et l'hydrogène et sur des gouttes de mercure dans l'air, dont les rayons variaient dans le rapport de 1 à 10 (par exemple, de 0,000025 à 0,00023 centimètre). Ces recherches établissent d'une façon indiscutable que la valeur de l'électron ne dépend pas du rayon de la particule sur laquelle il est fixé. Les hypothèses relatives à l'existence de sous-électrons ayant des cherges inférieures à l'électron ne reposent sur aucun fait précis.

A. Bc.

Physique du Globe

Les observations de M. Carl Stormer sur les aurores boréales. — Les contributions les plus importantes à l'étude des aurores boréales sont incontestablement dues aux savants norvégiens et tout particulièrement à MM. Birkeland et Stormer. Non seulement ils nous ont donné par leurs études théoriques l'explication généralement acceptée des aurores, mais ils ont été de grands observateurs; les expéditons qu'ils ont organisées dans les régions du cercle polaire arctique ont fourni les données de la plus grande importance. Les observations de Stormer en particulier, qui viennent d'être publiées par l'Académie des Sciences d'Oslo dans ses *Publications Géographiques* (vol. 4, n° 7) et dont S. Chapman rend compte dans *Nature*, sont les premières mesures indiscutables de la hauteur des

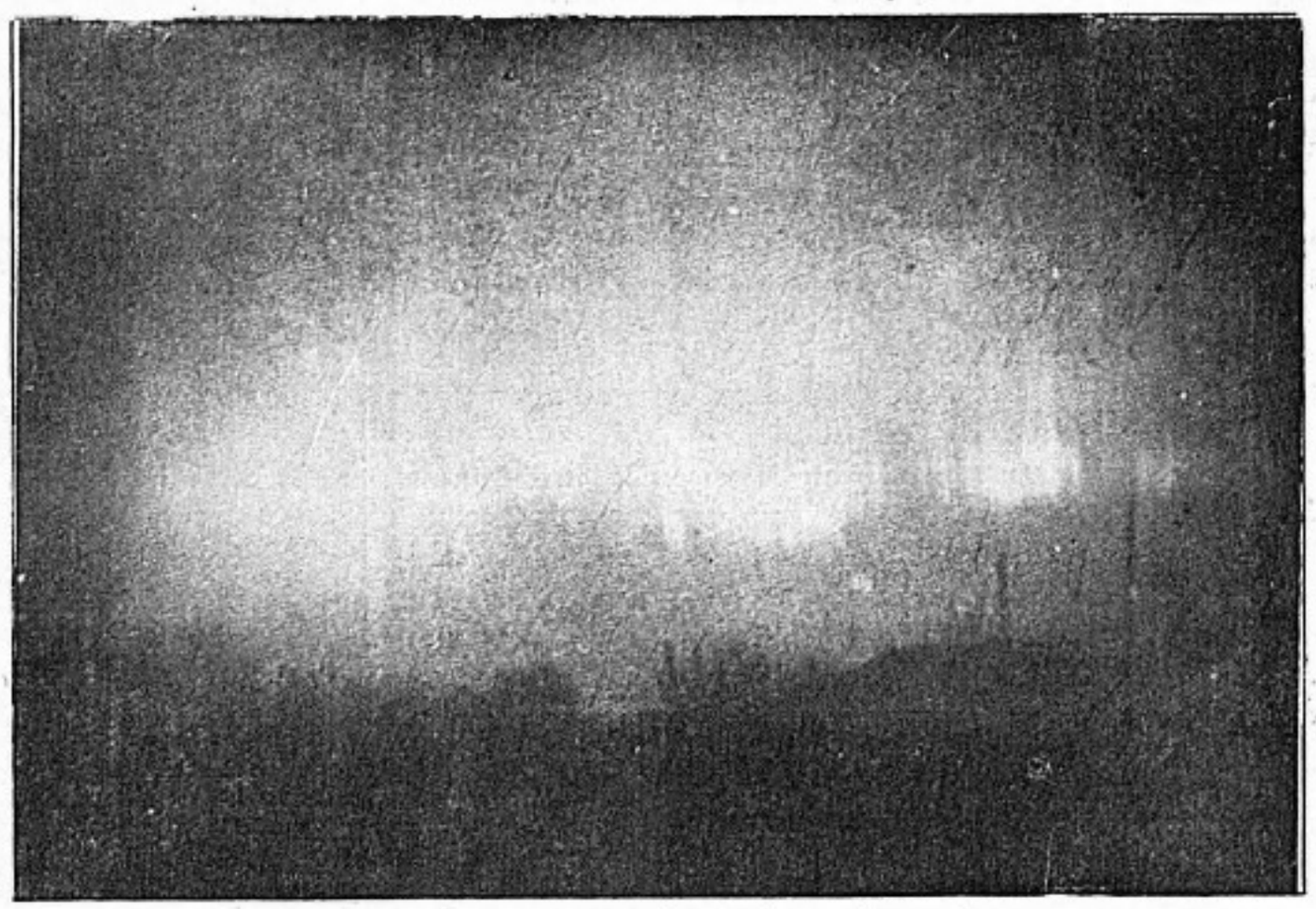


Fig. 42. — Aurore boréale en draperies

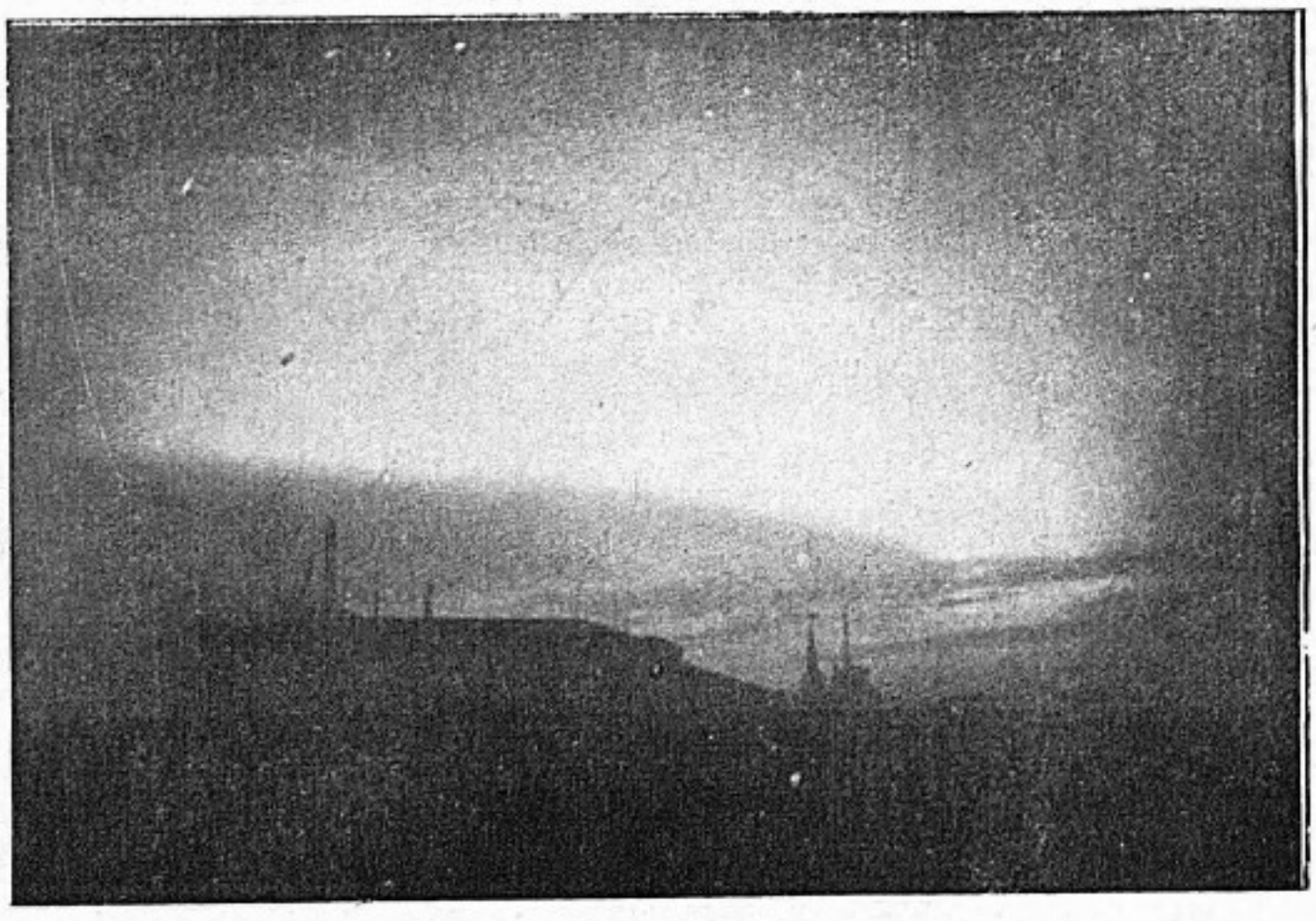


Fig. 43. — Aurore boréale en arc

aurores; elles augmentent singulièrement nos connaissances sur les hautes régions de l'atmosphère et sur son étendue.

M. Stormer obtient la position des aurores dans l'espace en les photographiant de plusieurs stations reliées par le téléphone. Les instruments employés sont munis d'objectifs de cinématographe, très lumineux; les poses varient de une seconde à deux minutes. Les distances entre les stations sont de 25 à 250 kilomètres. Il est nécessaire, pour avoir une mesure complète, d'accoupler des photographies simultanées de la même aurore portant des images d'étoiles susceptibles de donner l'indication des directions des visées faites des différentes stations; l'aurore elle-même doit avoir des détails assez nets pour qu'ils soient identifiables sur les photographies. Il faut donc un ciel

pur, des aurores assez brillantes; pas de lune, pas de lueurs crépusculaires. Il faut de plus que les communications téléphoniques soient bonnes. Ces conditions sont rarement réalisées simultanément; de 1911 à 1922, il n'y a eu que 35 nuits qui aient pu être utilisées. Elles ont permis d'obtenir 304 couples de photographies et 189 photographies prises d'une seule station.

Un des faits les plus saillants qui se dégage de cet ensemble de documents, c'est la haute altitude à laquelle se forment les aurores. Les limites les plus basses des aurores observées depuis Oslo, ont été le plus souvent de 100 kilomètres, mais des hauteurs de 80 à 82 km. ne sont pas rares. Plus l'aurore est méridionale, plus elle s'abaisse dans l'atmosphère, sans doute parce qu'elle est visible d'autant plus loin vers le sud qu'elle est plus intense. C'est probablement pour la même raison que les régions supérieures des aurores observées d'Oslo atteignent des hauteurs bien plus grandes (environ 800 kilomètres) que celles qui ne sont visibles que dans la région du cercle polaire, à Borsekop (environ 400 kil.).

De plus à Oslo, les rayons auroraux, draperies, couronnes, arcs striés (fig. 42) sont plus fréquents que les autres types d'aurores (fig. 43); les rayons sont d'autant plus nombreux et plus nets que l'intensité de l'aurore et l'activité magnétique sont plus grandes. On doit sans doute rapprocher de cette observation le fait que les aurores observées à Meudon par MM. d'Azambuja et Baldet, au moment des grandes perturbations magnétiques, ont été le plus souvent des aurores en rayons.

A Oslo, les draperies et les arcs striés verticalement sont les formes les plus lumineuses de l'aurore, mais aussi celles dont l'étendue verticale est la plus faible; elle n'est souvent que de 10 à 12 km., rarement de 100 km. Les arcs homogènes ont une grande étendue latérale; ils traversent parfois le ciel de l'est à l'ouest; leur longueur est de l'ordre de 1.000 km.

Les directions des rayons auroraux peuvent être déterminées à un ou deux degrés près; les résultats sont remarquablement concordants; la direction moyenne diffère de moins de 1° de celle du champ magnétique : les rayons dessinent les lignes de forces du champ magnétique terrestre.

La démonstration de la relation intime des aurores avec le champ magnétique terrestre et la mesure de leurs positions qu'il faut sans doute rattacher avec celle de la couche atmosphérique d'Heaviside sont des contributions de première importance pour la physique du globe. J. B.

Thérapeutique

Emploi de la filicine comme antihelminthique chez l'homme. — En thérapeutique humaine le tœniafuge le plus souvent utilisé est sans aucun doute l'extrait éthéré de fougère mâle. Malheureusement, ce n'est pas un médicament de tout repos car il provoque parfois des accidents sérieux : coliques, diarrhée, vomissements, céphalée, tremblements, état lipothymique ou semi-comateux voire même atrophie du nerf optique. Ainsi que le rapporte M. Busquet cela tient à ce que la teneur de l'extrait éthéré en principes actifs est extrêmement variable, variant, par exemple entre 9,6 à 20,7 o/o suivant l'époque et la région où ont été récoltés les rhizomes. La Commission du Codex n'ayant pas jugé utile jusqu'ici d'imposer un titre déterminé des extraits il s'ensuit que, suivant les cas, les doses classiques auxquelles on les administre peuvent être « inefficaces ou efficaces sans accident ou efficaces avec toxicité ». (*Paris médical*, 4 décembre 1926).

Depuis longtemps,, une dizaine d'années, les vétérinaires emploient pour le traitement de la distomatose et de la strongylose du mouton le principe actif de l'extrait éthéré du rhizome de fougère mâle. Ce produit connu sous le nom de filicine peut avantageusement être préparé par le procédé de Schmidt, modifié par Goris et Voisin; ce n'est pas une substance définie, mais un mélange des corps suivants très complexes : acide filicique, albaspidine, acide phoraspidique, aspidinol, filicinylbutanone, filmarone et filicinigrine. Il est extrêmement actif mais sa toxicité n'a pu être exactement déterminée, car à forte dose, il détermine des vomissements qui débarrassent l'animal; toutefois M. Busquet a constaté que le chien supporte 0 gr. 12 par kilogramme d'animal.

Le même auteur ayant reconnu l'efficacité de la filicine contre le tœnia du chien a eu l'idée de l'essayer chez l'homme; il a constaté, qu'à dose convenable, elle était aussi tœniafuge que chez le mouton ou le chien et qu'en outre elle était dépourvue d'effet toxique. Il a vu que la dose pouvait être fixée à 0 gr. 80 de filicine chez l'adulte et à cinq centigrammes par année d'âge chez l'enfant. Quelques heures après ingestion de cette substance auquel on peut associer une petite dose de calomel, le malade expulsera le tœnia sans avoir éprouvé aucun désagrément du fait du médicament. Il est donc incontestable que la filicine doive toujours être préférée à l'extrait éthéré.

Au cours de ses recherches sur la filicine, M. Busquet a également trouvé la raison pour laquelle cette substance est si efficace contre les helminthes. Il a établi que la filicine ingérée arrive dans l'intestin où elle imprègne le tœnia; elle est alors absorbée, passe dans le sang, de là dans la bile et revient dans l'intestin où elle agit encore sur le parasite. Le cycle recommençant plusieurs fois, c'est par suite de cette circulation entéro-hépatique que le tœnia est tué, imprégné qu'il est sans cesse par de la bile chargée de filicine. M. Busquet a observé, en effet, que des douves placées dans de la bile recueillie chez un chien ayant ingéré de la filicine, sont absolument inertes au bout de 18 heures, tandis que d'autres mises en même temps dans de la bile normale sont restées parfaitement vivantes.

A. B.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Carburants

Carburants synthétiques. Essais semi-industriels des Procédés Prudhomme. — La Société des Essences et Pétroles a convié à Beauchamp, où se trouve son usine expérimentale, une sous-commission de la commission des carburants synthétiques de remplacement de la Société des Ingénieurs civils de France, présidée par M. le Colonel Ferrus.

Les appareils utilisés étaient :

1° Une *cornue de carbonisation* à basse température avec séchoir, capables de traiter d'une manière continue, 1 t. à 1 t. 5 de combustible par 24 h.;

2° Des *batteries d'épurateurs* et de *catalyseurs* capables de traiter directement au moins la totalité des gaz et vapeurs provenant des appareils précédents;

3° Des *appareils de condensation et de débenzolage* branchés immédiatement après les catalyseurs;

4° Un *gazogène Fully* pour la production de gaz à l'eau;

5° Un *gazogène à gaz* pauvre pour le chauffage;

6° Une *chaudière* produisant la vapeur nécessaire à la libération des essences retenues par le charbon activé;

7° Divers accessoires notamment un *gazomètre* régularisant la circulation de l'ensemble des gaz.

Les opérations d'épuration, de catalyse et d'hydrogénation qui caractérisent les procédés Prudhomme consistent en une série de réactions sur un mélange de gaz et de vapeurs chaudes produites par la carbonisation d'un combustible, évoluant à peu près en cycle fermé et auquel on peut ajouter du gaz à l'eau.

Le rôle de la sous-commission s'est borné à comparer les matières traitées avec les produits obtenus.

Nous n'entrerons pas dans les détails de l'appareil même de condensation, qui n'offrent aucun intérêt particulier; cet appareil est d'ailleurs assez ordinaire (four vertical à volets obliques); nous ne pouvons décrire les trois groupes épurateurs-catalyseurs comportant des tubes chauffés aux températures *optima* nécessaires aux réactions : la disposition de ces appareils, la nature des épurateurs et catalyseurs ainsi que les régimes de température, sont des secrets de fabrication.

Nous nous bornerons à résumer les résultats obtenus.

La lignite de Saint-Paulet-de-Caisson (Gard), qui devait servir aux essais, étant éventé, on essaya le schiste bitumineux espagnol de Puertollano (Mines de Penarroya).

La carbonisation avec catalyse donne un rendement pondéral en produits condensables inférieur, d'environ 8 o/o, à celui de la carbonisation simple mais on obtient des huiles épurées et plus légères. L'avantage du procédé Prudhomme ne peut d'ailleurs s'affirmer qu'après raffinage des huiles obtenues et préparation de produits stables et marchands.

Bien que la cornue employée soit imparfaite et donne une pyrogénation assez prononcée, on peut penser que les mêmes inconvénients se sont produits dans les deux séries d'essais (carbonisation simple et carbonisation suivie d'épuration et de catalyse) dont on peut ainsi utilement comparer les résultats.

Une fraction importante du goudron de catalyse est plus légère que le goudron de carbonisation simple, le reste est à peine allégé.

Il convient de remarquer :

Que le lignite dont on prévoyait le traitement a dû être *ex abrupto* remplacée par un schiste que les services techniques de la Société « Essences et Pétroles » n'avaient pas eu le temps d'étudier;

Que les goudrons tirés du schiste paraissent moins susceptibles que les goudrons de lignite, de subir l'hydrogénation.

On peut donc considérer les résultats comme des *minima* qui seraient dépassés, de beaucoup peut-être, si l'on renouvelait les essais sur des lignites ou sur des charbons.

Nettement encourageants, surtout au point de vue qualitatif, les essais contrôlés par la sous-commission, laissent espérer qu'une mise au point plus complète des procédés, surtout en ce qui concerne l'appareillage même de carbonisation, viendra démontrer d'une manière indiscutable, l'intérêt pratique des procédés. ÉD. M.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 24 janvier 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *W. Perkins* (prés. par M. Goursat). — **Sur la résolution du problème de Dirichlet).**

— *André Roussel* (prés. par M. Goursat). — **Sur les ensembles de fonctionnelles également continues.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *E. Goursat.* — **Sur un problème de la théorie des surfaces.**

NAVIGATION. — *F.-E. Fournier.* — **Inclinaison θ, toujours favorable à la vitesse d'un navire, que sa houle satellite donne à son plan de flottaison, en mer plate.**

MÉCANIQUE. — *G. Sugot* (transm. par M. Appell). — **Sur le mouvement gyroscopique du projectile.**

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *P. Dejean* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Influence de la compression sur la fragilité de l'acier. Existence d'une limite de fragilité.**

Les échantillons d'essais ont été divisés en trois groupes, au point de vue des traitements :

A. Trempe à l'eau à 900°, après un maintien de 30 minutes, puis revenu à 700° pendant 1 heure, et refroidissemment à l'air;

B. Brut de forge;

C. Recuit de 5 heures à 950°, refroidissement à raison de 20° par heure environ.

Les tableaux dans lesquels sont exposés les résultats montrent que tant que la charge n'a pas atteint une certaine valeur critique, la résilience du métal ne paraît pas sensiblement modifiée par une compression préalable; à partir de cette valeur critique, la résilience tombe très brusquement. La valeur critique de la charge est aux environs de 125 à 130 kg. pour les échantillons A; 95 à 100 kg. pour B; 55 à 60 kg. pour C. Les écrasements correspondants sont de 42 à 45 p. 100 pour les échantillons A; 28 à 30 p. 100 pour B; 10 à 12 p. 100 pour C. Les valeurs critiques des écrasements passent de 42 p. 100 pour A à 10 p. 100 pour C; elles varient donc dans le rapport de 1 à 3,5.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Albert Baldit* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Mesures magnétiques dans le sud-Ouest du Massif Central.**

Ces mesures intéressent trois départements, Cantal, Corrèze et Lot, et 42 stations dont 21 sont nouvelles. Les mesures prises sont indiquées dans un tableau. Elles donnent la variation séculaire des éléments magnétiques entre le 1er janvier 1896 et le 1er janvier 1922, pour la Corrèze et le Lot. Sont exclues de ce calcul les stations du Cantal où se rencontrent les plus fortes anomalies qui, en l'absence de repères précis, rendent difficiles la détermination de la variation séculaire.

Dans le Lot (la région s'étendant de Capdenac à Salis-Céré) et à l'extrémité nord-ouest de la Corrèze où l'ensemble des stations est régulier, l'auteur signale une valeur anormale, probablement isolée, de la déclinaison.

ÉLECTRICITÉ. — *Léon Bouthillon* (transm. par M. André Blondel). — **Inclinaisons des ondes et systèmes dirigés**

Dans les ondes électro-magnétiques, employées en radiocommunications, les rayons les plus utiles à grande distance sont ceux qui partent de l'émetteur en faisant avec le zénith un angle relativement petit. D'autre part, les systèmes d'antennes établis en vue de concentrer les ondes dans des directions déterminées sont, à grande distance, beaucoup moins efficaces qu'il ne résulterait des prévisions théoriques. Dans cette Note, l'auteur établit la relation existant entre ces deux résultats d'expérience en expliquant pourquoi, à mesure que les rayons utiles se rapprochent du zénith, les systèmes émetteurs divisés deviennent moins efficaces.

OPTIQUE. — *E. Brylinski* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Sur la vitesse relative de la Terre et de l'éther avoisinant.**

Les essais effectués par le professeur Miller à Cleveland (faible altitude) indiquaient une vitesse relative ne dépas-

sant pas, au lieu de l'essai, 2,5 km. : sec. Au Mont-Wilson (1.800 mètres d'altitude), les déviations de l'interféromètre étaient 10 fois plus fortes, accusant une vitesse relative d'environ 9 m. : sec.

MM. Picard et Stahel ont fait à Bruxelles des recherches à la suite desquelles, ils ont contesté les conclusions de Miller (*C. R.* 184, 1927, p. 152). Dans la présente Note, M. Brylinsky montre que les essais de ces deux auteurs, viennent au contraire confirmer les conclusions de Miller, et non pas les contredire parce qu'ils doivent être comparés à ceux de Cleveland et non pas à ceux du Mont Wilson.

SPECTROSCOPIE. — *Léon* et *Eugène Bloch* (prés. par M. Brillouin). — **Spectres d'étincelles du brome.**

Les raies d'arc, relativement rares sur les clichés obtenus par les auteurs, paraissent localisées vers les grandes longueurs d'onde. Plusieurs des raies intenses observées par d'autres auteurs sont très faibles ou même invisibles et doivent être attribuées à l'atome neutre. Les raies d'étincelles, très nombreuses, s'étendent fort loin dans l'ultraviolet. Elles se divisent nettement en deux groupes d'importance comparable : le premier comprend les raies d'étincelle du premier ordre (spectre E_1), le second les raies d'étincelle du second ordre (spectre E_2). Il est vraisemblable que ces deux spectres doivent être attribués respectivement à l'atome une fois ou deux ionisé (Br II ou (Br III). Cette classification, qui est nouvelle, porte sur un millier de raies dont plus de la moitié n'avait pas encore été observées. Un petit nombre de raies, localisées dans l'ultraviolet lointain, appartiennent peut-être à un degré d'excitation plus élevé.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Paul Riou* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Appareil pour mesurer les vitesses d'absorption des gaz par les liquides.**

L'appareil se compose d'un cylindre en verre muni d'un agitateur actionné par un moteur à vitesse constante; l'étanchéité de l'appareil est assurée par un joint à mercure. La partie supérieure de la chambre d'absorption est mise en communication avec une burette graduée, un robinet permet de fermer ou d'ouvrir la commmunication; un robinet à trois voies sert, soit à introduire le liquide absorbant contenu dans un récipient, soit à vider l'appareil. Un robinet met en communication la chambre d'absorption avec l'extérieur et sert à introduire le gaz dans l'appareil. Une figure explique le fonctionnement de cet appareil qui permet de mesurer les vitesses d'absorption avec ou sans combinaison chimique, quelle que soit la grandeur absolue de cette vitesse.

RADIOACTIVITÉ. — *Mario A. da Silva* (transm. par M. Jean Perrin). — **Sur une nouvelle détermination de la période du polonium.**

Cette nouvelle détermination de la période du polonium a été réalisée dans des conditions paraissant particulièrement favorables. Le polonium déposé sur une lame d'argent, était recouvert d'une feuille de mica de 1/100e de millimètre d'épaisseur, fixée sur les bords par de la paraffine, protection nécessaire pour éviter les projections de substance active. Le mica est préférable à une feuille de métal, parce qu'il reste inaltéré sous l'action des rayons. Les mesures ont porté sur une durée de huit mois. Les résultats obtenus paraissent permettre de se prononcer en faveur de l'adoption, pour la période du polonium, d'un nombre très voisin de 140 jours.

CRISTALLOGRAPHIE. — *L. Royer* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur les accolements réguliers de sels cubiques sur le mica.**

Les accolements peuvent se faire suivant deux modes et diffèrent entre eux par une rotation de 90°. Dans les deux cas, la face a^1 (114) du sel cubique coïncide avec le plan p (001) du mica; en outre, dans le premier cas une diagonale de la face du cube a même direction que la rangée (100) du mica, de sorte qu'un plan a^2 (112) du sel cubique est parallèle au plan de symétrie g^1 (010) du mica. Dans le second mode d'accolement la face a' (111) du sel cubique vient encore s'accoler sur le plan p (001) du mica; mais la diagonale de la face du cube coïncide avec la rangée (010) du mica, de sorte qu'un plan b (011) est parallèle au plan de symétrie g^1 du mica. Aucun exemple d'un tel accolement n'avait été signalé jusqu'ici, mais l'auteur l' a observé en faisant cristalliser une solution de zincicyanure de potassium $K^2Zn(CN)^4$ sur un clivage frais de muscovite.

CHIMIE PHYSIQUE. — *J. Huggett* et *G. Chaudron* (prés. par M. Le Chatelier). — **Températures de transformations magnétiques dans le système fer-sesquioxyde de fer.**

Les mélanges ont été obtenus par réduction de sesquioxyde de fer précpité du nitrate pur par l'ammoniaque, calciné à 750° puis réduit par l'hydrogène électrolytique pur et sec vers 500°. Enfin le produit a été chauffé dans le vide à 650° pendant 30 heures.

Dans le système fer-sesquioxyde de fer-oxyde magnétique, on observe de 1,3 p. 100 jusqu'à 9 de réduction, deux points de transformation : l'un à 570°, correspondant à Fe^3O^4 et l'autre à 650° qui est celui d'une solution solide saturée de Fe^3O^4 dans F^2O^3; ces transformations sont rigoureusement réversibles.

Dans le système Fe^3O^4-FeO, le point de transformation est à 570° et dû à Fe^3O^4.

Dans le système FeO—Fe, le point de transformation du fer est à 765°.

— *Jolibois* et *Chassevent* (prés. par M. Le Chatelier). — **Sur un appareil d'analyse thermique du plâtre.**

Pour évaluer l'élévation de température qui accompagne la prise de plâtre, Cloez plongeait un thermomètre dans la pâte. Cette méthode ne pouvait être d'une exactitude rigoureuse. Les auteurs, pour étudier cette question, ont construit un appareil se composant d'un récipient tronconique en laiton, d'un tube plongeant dans la pâte et contenant un thermomètre, d'une enceinte calorimétrique remplie d'eau pouvant être maintenue à la température du plâtre pendant la prise, enceinte garnie extérieurement de feutre. Des essais, il résulte qu'un plâtre à mouler cuit au four à boulanger contenait 90 p. 100 environ de semi-hydrate et était exempt de gypse et de plâtre anhydre; un plâtre à bâtir cuit au four rotatif contenait un peu de plâtre anhydre cuit au-dessous de 300°, et que les plâtres cuits au four culée contenaient des surcuits et de gypse amorçant la prise.

Cet appareil permet des déterminations que ne peut révéler l'analyse chimique.

— *P. Job* (prés. par M. Urbain). — **Sur l'ion cupriammonique et sa stabilité.**

Dans les solutions de sels cuivriques dans l'ammoniaque, la coloration bleue foncée est due à la formation d'un ion complexe tétrammonié, très stable, mais dont on n'a pu jusqu'ici déterminer la stabilité.

L'étude qu'a faite l'auteur, l'a conduit à admettre comme probable que l'ion tétrammonique est le seul ion cupriammonié stable à la température ordinaire. Sa constante d'équilibre est à 16° voisine de 5.10^{-10} et l'affinité de l'ammoniaque pour l'ion cuivrique de 12.400 cal. environ.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Marcel Delépine* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Oxydation permanganique de la pyridine et du noyau pyridique.**

Lorsqu'une solution de pyridine dans un mélange de

permanganate de potassium et d'acide sulfurique normal est portée à 70°, il y a dégagement tumultueux d'acide carbonique avec décoloration de la solution et dépôt d'un précipité noir de peroxyde de manganèse hydraté. L'azote passe en majeure partie à l'état d'ammoniaque, mais celle-ci est toujours en quantité moindre qu'il n'en faudrait par rapport à l'acide carbonique dégagé, parce qu'elle est remplacée par de l'acide azotique. En outre, comme pendant l'oxydation, il y a toujours un léger dégagement d'oxygène la quantité de permanganate calculée exactement est toujours insuffisante pour réaliser l'oxydation complète. On oxydera par exemple que les 4/5 de la pyridine.

Des expériences réalisées par l'auteur, il résulte que le noyau pyridique est oxydé avec la plus grande facilité par l'oxygène emprunté à l'acide permanganique.

— *Marcel Godchot* et *Pierre Bedos* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur l'action des organo-magnésiens sur l'oxyde de cycloheptène.**

Les auteurs ont démontré précédemment que l'action des organo-magnésiens sur certains oxydes d'éthylène de la série aromatique donnait naissance à des alcools hydroaromatiques secondaires ortho-substitués. Poursuivant ces recherches ils ont fait réagir l'iodure de méthylmagnésium sur l'oxyde de cycloheptène. Celui-ci s'isomérise au contact de CH^3MgI, pour donner transitoirement le cycloheptanone (subérone) qui réagit dès lors pour donner naissance à un alcool tertiaire, le méthyl-1-*ol*-1-cycloheptane. Il y a donc une différence très nette entre l'oxyde de cycloheptène et ceux appartenant aux séries cyclopentanique et cyclohexanique.

— *V. Hasenfratz* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur la préparation et les propriétés des lactones *l*-arabonique et *l*-ribonique.**

Les lactones sont obtenues en partant du *l*-arabinose, mais l'auteur a modifié le procédé Bauer pour les préparations du lactone *l*-arabonique et celui de E. Fischer et Piloty pour l'isomérisation de l'acide *l*-arabonique en acide *l*-ribonique. Pour ce dernier il a opéré, non plus en autoclave, à 130°, mais à la pression ordinaire et à réduit le nombre des opérations : il a isolé ainsi le lactone *l*-ribonique. Son procédé lui a donné, avec 500 gr. de lactone *l*-arabonique, 75 gr. de lactone *l*-ribonique et il récupère 340 gr. de lactone *l*-arabonique non transformée. Les deux lactones soumises à l'action de la chaleur, donnent un mélange d'acides pyromucique et isopyromucique; la lactone *l*-arabonique forme aisément des éthers méthyliques et éthyliques tandis qu'il n'a pas été possible d'éthérifier la lactone *l*-ribonique.

CHIMIE AGRICOLE. — *H. Lagatu* et *L. Maumé* (prés. par M. Viala). — **Contrôle du mode d'alimentation d'une plante pérenne (vigne) dans un sol donné recevant une fumure donnée.**

Les résultats obtenus sont exposés dans deux diagrammes montrant que les fumures qui troublent gravement l'équilibre des rapports physiologiques, tout en provoquant une alimentation globale plus élevée, nuisant au rendement plus que l'absence de toute fumure : par contre, dans ce dernier cas; la plante mise à fruit s'épuise peu à peu. L'auteur est ainsi conduit à conclure que la méthode de contrôle qu'il indique permettrait de sauvegarder la valeur sociale des énormes capitaux gaspillés dans des fumures mal équilibrées, contre lesquelles ne prémunit aucunement l'analyse chimique des terres.

OCÉANOGRAPHIE. — *K. Tsukamoto* (prés. par M. Cotton). — **Transparence de l'eau de mer pour l'ultraviolet lointain.**

Soret, en 1879, avait montré que l'eau de mer sous une épaisseur de 1 cm. laisse passer toutes les radiations jusqu'à la raie Cd 2140 Å et sous une épaisseur de 116 cm. seulement jusqu'à la raie Cd 3290 Å. M. Tsukamoto a recherché la cause de l'absorption, par la méthode de photométrie photographique. Les résultats résumés dans un tableau montrent que l'eau de mer est beaucoup moins transparente que l'eau distillée; particulièrement pour les radiations de longueur d'onde inférieure à 2.200 Å son opacité augmente très rapidement.

L'auteur a constaté que l'absorption est due à l'un des sels en solution dans l'eau de mer, en réalité à la présence de petites quantités de bromures. L. Franchet.

PÉTROGRAPHIE. — *N. Menchikoff* (prés. par M. Emile Haug). — **Les roches cristallines et volcaniques du centre du désert de Libye.**

Les roches d'Ouenat sont réparties par l'auteur en trois groupes, d'après l'étude microscopique et les analyses chimiques : 1° roches cristallophylliennes, représentées surtout par des leptynites alternant avec des bancs d'amphibolites feldspathiques; 2° roches grenues : granits alcalins à œgyrine, syénites quartzifères alcalines à amphibole sodique (lanoïte) et diorites quartzifères à hornblende; 3° roches volcaniques : rhyolites et trachytes alcalins du Dj. Kissou, phonolites à œgyrine et basaltes du Dj. Ouenat.

Tandis que dans les leptynites, la potasse et la soude sont en quantités à peu près égales, dans toutes les autres roches, la soude prédomine sur la potasse, surtout dans les types qui sont plus pauvres en silice.

GÉOLOGIE. — *Léon W. Collet* et *R. Perret* (prés. par M. Pierre Termier). — **Compléments sur la géologie du Col d'Anterne et du cirque des Fonts (Alpes de Sixt, Haute-Savoie).**

Les auteurs signalent le contact de l'autochtone et de la nappe au sud et au nord-est du Col d'Anterne. Au Cirque des Fonts, Trias et Malm, signalés pour la première fois, appartiennent à l'autochtone.

La gorge du torrent des Fonts, sous les chalets de Fardelet, est creusée dans le Malm qui se relie vers l'amont au Malm du synclinal qui fait suite à l'anticlinal des Faucilles du Chantet.

BOTANIQUE. — *Pierre Allorge* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur la végétation des bruyères à Sphaignes de la Galice.**

Par l'ensemble de leur végétation, les bruyères à Sphaignes de la Galice apparaissent comme très voisines de celles du secteur armorico-aquitanien; l'abondance locale du *Sphagnum Pylaiei* accentue leur analogie avec les grandes bruyères tourbeuses du Finistère, en particulier.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Blaringhem* (prés. par M. L. Guignard). — **Affinités des Blés sauvages *Triticum œgilopoides* Balansa et *Tr. monococcum* L., démontrées par leurs hybrides réciproques.**

La fertilité complète de tous les épillets des hybrides, la dominance des caractères de pilosité, de longueur des barbes, de la teinte noirâtre des épis, de la compression et de la désarticulation des épillets prouvent que *Tr. œgilopoides* et *Tr. monococcum* sont des variétés d'une même espèce. *œgilopoides* étant l'ancêtre sauvage des *monococcum* cultivés, puis redevenus spontanés. Le groupe *monococcum* ainsi compris est polymorphe; on pourra y trouver les points de départ variés, nécessaires pour la sélection et la stabilisation des Blés nouveaux, à qualités de farine exceptionnelles des Engrains.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Emile André* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur une source nouvelle et abondante de trilaurine : la graine de Mahuba, *Acrodiclidium Mahuba* A. J. Sampaio de la famille des Lauracées.**

L'*Acrodiclidium Mahuba* n'est connu des botanistes brésiliens que depuis 1917. C'est un arbre qui croît dans les

parties inondées de la forêt vierge du bassin de l'Amazone. Ses graines contiennent 45 à 50 pour 100 de leur poids d'une graisse presque entièrement constituée par de la trilaurine.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Henri V. Vallois* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Les variations des muscles spinaux chez les primates supérieurs.**

Ces muscles présentent des dispositions différentes dans les trois groupes des catarrhiniens, des anthropoïdes et de l'homme. Dans l'ensemble, la grande majorité des différences que présente la musculature spinale s'explique facilement quand on tient compte des changements de position et de rôle du rachis dans chacun des trois groupes.

ENTOMOLOGIE. — *P. Vignon* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Sur la nervation primitive de l'aile des Insectes et sur les changements que les Orthoptères ont apportés au plan originel.**

D'après les idées en cours, les premiers Ephéméroptères et Odonatoptères du Houiller auraient gardé intacte la nervation originelle de l'aile. Il s'en faut en réalité de beaucoup, car ils ont perdu tout au moins la vraie Cubitale postérieure et la vraie Médiane postérieure. Deux fossiles du Carbonifère supérieur de Commentry servent de base à cette étude : *Lycocercus* (*Lithomantis*) *Goldenbergi*, Ch. Brongniart et *Archæacridites Bruesi* Meunier.

PHYSIOLOGIE. — *Jules Amar* (prés. par M. d'Arsonval). — **Observations sur la similitude biologique.**

L'auteur rapelle que, il y a déjà 14 ans, il a montré que la *loi de similitude de Newton* s'applique aux organismes vivants, sous certaines réserves. Il estime que les cas de similitude mentionnés récemment dans une Note des *Comptes rendus* ne l'ont pas été sans garder la prudence qu'il a toujours recommandée.

— *Henri Piéron* (prés. par M. Henneguy). — **De la loi qui relie la surface des ailes au poids des individus dans une même espèce animale, et de quelques problèmes concernant le vol des Insectes.**

L'auteur rappelle certains chiffres qu'il a obtenus il y a une vingtaine d'années sur la charge que supportent dans le vol les ailes de Lépidoptères.

La charge supportée par une même surface alaire croît régulièrement avec le poids de l'animal, en tendant vers une limite qui, chez *Libellula sanguinea*, est de 1 kg. par mètre carré.

On constate de façon très générale que les Insectes peuvent subir une réduction notable de la surface alaire, mais le taux de réduction alaire compatible avec le vol diminue en fonction de la fatigue de l'animal, ce qui indique un mécanisme de compensation : le taux maximum de réduction de la surface est donc supérieur à l'excès réel de la surface portante dans les conditions normales du vol.

— *G. Lefrou* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur le pouvoir anticoagulant de certains colorants et d'arsenicaux.**

Tous les corps ayant montré un pouvoir anticoagulant élevé contiennent plusieurs groupes amidogènes libres ou susbtitués (dans le 205, ils sont parfois neutralisés), alors que les corps voisins, à pouvoir antinul ou très peu élevé, ne renferment qu'un seul groupe NH^2 : tel est le cas de l'atoxyl, du 189 et dérivés sodiques de l'acide paraminophénylarsinique, du bleu de méthylène ou chlorhydrate de tétraméthylamidodiphénylamine, du bleu de toluidine.

Ce groupe amidogène ne serait pas suffisant pour produire l'action anticoagulante et son effet peut être modifié par la présence de certains autres groupes constituants; c'est ainsi que la fuchsine et le cristal violet, qui sont des dérivés méthylés du triamidotriphénylcarbinol, sont beaucoup moins anticoagulants que le chlorure de triamidotriphénylcarbinol ou vert malachite.

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. — *Georges Bourguignon* (prés. par M. d'Arsonval). — **Les innervations doubles dans l'organisme humain, découvertes par l'électrophysiologie pathologique et normale et contrôlées par l'anatomie.**

La synergie de certains muscles est assurée non seulement par les connexions entre les deux moitiés de la moelle, non seulement par l'égalité de leurs chronaxies, mais encore par une voie nerveuse périphérique, qui unit les deux points moteurs des deux muscles synergiques.

L'innervation de l'orbiculaire des paupières et du releveur veur de la lèvre supérieure par le nerf facial des deux côtés rend compte de plusieurs particularités observées au cours de l'évolution de la paralysie faciale périphérique, comme l'augmentation moindre de la chronaxie, ou le retour partiel rapide dela tonicité et de la motilité de ces muscles.

PHARMACODYNAMIE. — *Raymond-Hamet* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur le point d'attaque vasculaire des alcaloïdes de l'ergot.**

L'auteur a étudié l'action vasculaire de l'ergotamine sur des chiens ayant préalablement reçu une dose de yohimbine suffisante pour inverser complètement l'action vasculaire normale de l'adrénaline. Le tracé montre que, sur de tels animaux, l'ergotamine conserve son action hypertensive et vaso-constrictive rénale : cette action n'est donc pas sympathomimétique. Le tracé montre aussi que chez l'animal yohimbiné une dose moyenne d'adrénaline (par exemple 5/100 de milligramme) ne provoque pas les mêmes effets avant et après qu'on a fait agir un des alcaloïdes de l'ergot.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *André Bonot* et *Théophile Cahn* (prés. par M. Roux). — **Dosage de l'arginine dans les protides purs et les tissus par la méthode de Jansen modifiée.**

Le dosage de l'arginine libre, ou libérée par hydrolyse dans les albumines, se fait par emploi de l'arginase et dosage au xanthydrol dans les conditions fixées par les auteurs avec une erreur inférieure à 2 pour 100. Cette méthode dépasse en précision tous les procédés actuellement en usage pour doser cet acide aminé.

BIOLOGIE. — *E. Roubaud* et *J. Colas-Belcour* (prés. par M. F. Mesnil). — **Action des diastases dans le déterminisme d'éclosion de l'œuf chez le Moustique de la Fièvre jaune (*Stegomyia fasciata*).**

L'éclosion des œufs de *Stegomyia* est subordonnée rigoureusement, dans la nature, à la présence des ferments solubles élaborés par les microbes dans les eaux souillées propices au développement. Les diastases oxydantes (tyrosinase) paraissent agir de la même manière que les diastases digestives.

Non seulement l'éclosion du moustique est pratiquement subordonnée aux interventions diastasiques microbiennes s'exerçant dans les eaux de développement, mais encore toute la vie larvaire du *Stegomyia* peut être entièrement assurée par les microbes. Les auteurs ont obtenu le développement intégral de l'insecte jusqu'à l'imago, en cultures pures de *Sarcines*, de *B. coli* ou de levures (*Torula*).

MÉDECINE. — *Bordier* (prés. par M. d'Arsonval). — **Principes généraux et technique du nouveau traitement de la maladie de Heine-Medin (paralysie infantile).**

La méthode consiste en l'association de la radiothérapie médullaire et de la diathermie du ou des membres atteints, avec adjonction, quand cela est nécessaire, de l'électrothérapie (galvanisation) des muscles atrophiés.

Sans guérir à coup sûr les formes les plus graves de la

poliomyélite, la radiodiathermothérapie en améliore considérablement le pronostic et l'évolution et l'on peut dire que la majorité des formes à gravité moyenne ne résistent pas à son action puissante.

P. GUÉRIN.

Séance du 31 janvier 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *S.-A. Junczewski* (prés. par M. J. Hadamard). — **Les théorèmes d'oscillation des problèmes réguliers de Sturm pour les équations différentielles linéaires ordinaires du quatrième ordre.**

— *Walter Saxer* (prés. par M. Goursat). — **Sur les fonctions mésomorphes quasi-exceptionnelles.**

— *R. Gosse* (prés. par M. Goursat). — **Surfaces W et surfaces à courbure constante.**

— *Bienamino Segre* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur l'intégration d'un certain système d'équations différentielles.**

ANALYSE HARMONIQUE. — *Henri Labrouste* (prés. par M. Billouin). — **Analyse des courbes résultant de la superposition des sinusoïdes.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Nikola Obrechkoff* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les points singuliers des fonctions analytiques.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand Gambier.* — **Sur des surfaces qui ne sont pas de révolution et ont leurs géodésiques fermées.**

AÉRODYNAMIQUE. — *P. Dupont* (prés. par M. Rateau). — **Applications conjuguées à l'aérodynamique du cercle et de ses profils.**

MÉCANIQUE. — *Louis de Broglie* (transm. par M. Maurice de Broglie). — **La structure de la matière et du rayonnement et la Mécanique ondulatoire.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *R. Wavre* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la masse fluide hétérogène en rotation et les mouvements internes des planètes.**

THÉORIE DES MARÉES. — *E. Fichot.* — **Sur la relation entre la vitesse maxima du courant et l'amplitude de la marée.**

MÉTÉOROLOGIE. — *Joseph Devaux* (prés. par M. Brillquin). — **Sur l'existence et la localisation de courants d'air verticaux ascendants aux environs du sommet du Pic du Midi; leur utilisation par les vautours.**

D'après les observations faites par l'auteur depuis 1920 au Pic du Midi, le courant d'air oblique ascendant utilisé parfois par les aviateurs ne paraît pas être particulièrement recherché par les vautours qui semblent utiliser d'autres courants ascendants sensiblement verticaux.

Les recherches effectuées au moyen de parachutes ont permis d'observer que lorsque le parachute s'élevait au-dessus de la zone tourbillonnaire, on le perdait de vue à 5 ou 6 km, mais toujours au-dessus de l'horizon, ce qui montre que dans la région de la trajectoire, le vent avait une composante ascendante moyenne supérieure à 1 m. : sec. D'autre part, certaines observations de formations nuageuses ont montré que dans certaines régions l'air est animé d'un mouvement ascendant, souvent rapide et n'ayant qu'une composante horizontale très faible.

GÉODÉSIE. — *P. Helbronner* (prés. par M. Ch. Lallemand). — **Sur la mesure d'un Arc de Méridien de 8 degrés d'amplitude compris entre le nord du Jura et le sud de la Sardaigne.**

Entre ces deux points, l'auteur dispose de dix-sept positions astronomiques sur un espace compris entre deux parallèles écartés de 888 km. Pour le calcul de cet arc, il a déjà fixé l'azimut initial de départ en résultat de l'introduction, dans la chaîne méridienne, des centres des deux cercles méridiens de l'Observatoire de Nice et de la comparaison avec quatre azimuths astronomiques établis par le Service Topographique fédéral suisse. Les calculs des différents segments de l'arc sont en cours ainsi que leur application sur les quatre ellipsoïdes théoriques, dits des ingénieurs-géographes, de Bessel, de Clarke et de Hayford.

SPECTROSCOPIE. — *Mlle M. Hanot* (prés. par M. A. Cotton). — **Elargissement des raies de Balmer par le champ électrique intermoléculaire.**

Le phénomène est dû vraisemblablement, pour la plus grande part à l'effet Stark du champ intermoléculaire produit presque uniquement par les ions présents dans l'hydrogène et un calcul dû à Holtomark indique que la largeur de chaque raie doit être proportionnelle à $n^{\frac{2}{3}}$, n étant la densité des ions.

Les expériences effectuées par l'auteur leur ont montré que l'élargissement des raies doit être réellement attribué en première ligne au champ intermoléculaire créé par les ions et dont la valeur moyenne varie comme la puissance $\frac{2}{3}$ de la densité du courant.

PHOTOCHIMIE. — *A. Gargan de Moncetz.* — **Sur les actions chimiques des radiations.**

L'auteur résume des résultats qu'il avait obtenu jadis sur cette question et qu'il avait indiqués dans deux Notes (*C. R.*, 146, 1908, p. 1022 et 148, 1909, p. 406). Il pense devoir rappeler ses recherches, en raison de la publication récente de deux notes sur ce sujet : l'une de M. H. Bellot (*C. R.*, 182, 1926, p. 1609, l'autre de M. P. Villard (*C. R.* 184, 1927, p. 131).

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *L. Meunier* et *G. Rey* (transm. par M. Grignard). — **Détermination du point isoélectrique de la laine et de la fibroïne de soie. Applications.**

Pour la laine, il existe un minimum de gonflement nettement accusé pour une valeur de pH égale à 3,6-3,8. Pour la fibroïne de soie les variations du gonflement sont beaucoup moins accusées que pour la laine : on peut situer le minimum de gonflement vers pH = 4,2.

Si la laine possède un caractère amphotère, nettement marqué, celui de la soie l'est baucoup moins et sa capacité de fixation des acides et des bases est bien inférieure à celle de la laine.

En établissant les courbes de gonflement, on pourra se rendre compte de la manière dont se manifestera le rétrécissement des filés et des tisus de laine lorsqu'ils seront travaillés dans des liqueurs de pH variables. L'auteur a constaté expérimentalement que, par foulage d'un tissu de laine, le minimum de rétrécissement et de feutrage avait lieu, dans les liqueurs de pH correspondant à celui du point isoélectrique.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *M. Vilmet* (prés. par M. Georges Urbain). — **Sur la sensibilité de quelques réactifs de l'hydrogène sulfurés gazeux.**

Un essai statique avec du papier à l'acétate de plomb de dimensions données permet de se faire une idée rapide de la teneur en hydrogène sulfuré d'une atmosphère suffisamment diluée. La méthode dynamique fixera la quantité d'air contenant 0 mm³ 1 du gaz sulfuré au moyen du papier à l'acétate de plomb. Enfin des objets en cuivre ou en lation sont rapidement noircis pour des teneurs se présentent plus aucun danger pour l'homme.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Auguste Lumière* et *Félix Perrin* (prés. par M. Desgrez). — **Sur un nouveau dérivé organo-métallique de l'or.**

Les médicaments à l'or, particulièrement le thiosulfate d'or et de sodium employés dans le traitement de la bacillose n'ont pas donné jusqu'ici tous les résultats qu'on en attendait.

MM. Lumière et Perrin indiquent la préparation d'un nouveau composé, l'aurothiopropanol sulfonate de sodium, dans lequel le métal est lié directement au soufre dont la deuxième valence est occupée par un radical organique, tandis que dans le thiosulfate, le soufre fait partie d'une molécule minérale.

Le nouveau corps, qui renferme 47 p. 100 d'or, est blanc, amorphe, très soluble dans l'eau, insoluble dans les dissolvants organiques, d'une toxicité faible. Les solutions à 2 p. 100 sont stables; injectées sous la peau ou dans les muscles, elles s'absorbent facilement. il ne présente pas les inconvénients du thiosulfate dans le traitement des différentes formes de bacillose.

CHIMIE SUCRIÈRE. — *Emile Saillard* (prés. par M. Lindet). — **La coloration des produits de sucrerie.**

Les essais sont poursuivis régulièrement, depuis la campagne sucrière 1921-1922, sur des sucres provenant de 15 à 20 sucreries. Tout ce qui dans la matière sèche ne correspond pas à la déviation polarimétrique est considéré comme non-sucre, tout ce qui, dans le non-sucre, ne correspond pas aux cendres sulfatées $\times 0{,}09$, est considéré comme non-sucre organique. D'une année à l'autre, la coloration du non-sucre organique a presque varié du simple au double. La coloration, rapportée au non-sucre organique a été dix fois plus grande dans les mélasses que dans les sirops, mais elle a été moins grande (environ les 0,7) dans les mélasses que dans les sucres roux, et cela pour les mêmes masses cuites de bas produits soumises au turbinage. Le non-sucre organique retenu autour des cristaux de sucre (sucres de bas produits) contient une plus grande proportion de matières colorantes que celui des mélasses.

L. Franchet.

BOTANIQUE. — *Ph. Joyet-Lavergne* (prés. par M. Louis Mangin). — **Sur l'action de l'acide osmique et les caractères physico-chimiques de la sexualisation du cytoplasme.**

Dans les Prêles, les Phanérogames, les Sporozoaires, une différence se manifeste dans la nature des réserves lipoïdes et graisses, suivant le sexe. Etant donnée l'isogamie morphologique des Prêles et des Sporozoaires étudiés, cette différence peut être considérée comme un caractère fondamental et primitif de sexualisation cytoplasmique. Les différences de nature et de proportions dans les réserves lipoïdes et graisses constituent, dit l'auteur, un caractère de sexualisation du cytoplasme; les cellules polarisées dans le sens ♀ acquièrent des réserves en graisses qui réduisent l'acide osmique; les réserves lipoïdes des cellules qui donneront les gamètes ♂ n'ont pas cette qualité.

CRYPTOGAMIE. — *G. Ollivier* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur un Ceramium à bromuques.**

Certains *Ceramium* portent des bromuques analogues à ceux des *Antithamnion* et des *Antithamnionella;* leur apparition dure autant que la multiplication des cellules corticales, qui toutes peuvent en porter. Ils semblent disparaître ensuite complètement.

ANATOMIE. — *L. Mercier* et *J. Villeneuve* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Les muscles gubernateurs de la lunule chez *Eristalis tenax* L. Dimorphisme sexuel.**

Ainsi qu'on pourrait être tenté de le faire d'après l'étude de la tête d'*E. tenax* mâle, il n'est plus possible de considérer les gubernateurs de la lunule comme formés par des fibres détachées des muscles moteurs des scapes. En effet, chez les femelles d'*E. tenax*, ces deux groupes de muscles sont nettements distincts et ne présentent aucun rapport.

La situation différente des insertions fixes des gubernateurs chez le mâle et chez la femelle d'*E. tenax* réalise un curieux cas de dimorphisme sexuel dont les auteurs se proposent de rechercher le déterminisme.

ENTOMOLOGIE. — *P. Vignon* (prés. par M. Bouvier). — **Sur les origines ancestrales des Libellules.**

Les Libellules actuelles dérivent des Méganeurides du Houiller, mais d'où les Méganeurides proviennent-ils? A ne tenir compte d'abord que de la nervation alaire, c'est, de toute évidence, une mutation destructive de la Cubitale et de la Médiane qui aura engendré l'aile des Méganeurides. Si l'auteur n'a pas encore découvert les aïeux effectifs des Méganeurides, à Commentry, il indique, du moins, dans cette Note, ce qu'auront dû être la nervation alaire et le thorax des toutes premières Libellules.

EMBRYOGÉNIE. — *M^lle S. Perle* (prés. par M. L. Bouvier). — **Origine de la première ébauche génitale chez *Bufo vulgaris*.**

A partir d'un certain stade, les gonocytes des Batraciens anoures apparaissent dans l'endoderme comme des cellules différenciées cheminant à travers le massif vitellien de part et d'autre de la lumière archentérique; ils viennent se rassembler au sommet pour former une crête génitale qui deviendra un cordon plein (pouvant d'ailleurs être interrompu). Ce cordon s'isole de l'endoderme par fissuration, et se subdivise bientôt, pour donner naissance aux deux glandes génitales symétriques et définitives.

BIOLOGIE. — *G. Athanassopoulos* (prés. par M. L. Joubin) — **Sur certaines migrations des Anguilles en Grèce.**

L'auteur a eu l'occasion d'observer un cas très spécial de ces migrations dans le lac de Jannina (Epire méridionale).

Ce lac est situé dans l'intérieur du pays, à 106 kilom. de la mer. Outre divers Poissons ou Crustacés, il renferme de grosses Anguilles, toujours d'un poids variant entre 1 et 2 kilogr.; elles sont en quantité restreinte. On ne peut pêcher de petites Anguilles qu'exceptionnellement, quand, par suite d'inondations, il se produit une communication entre le lac et les cours d'eau voisins.

L'explication de ce fait paraît devoir être trouvée dans la disposition géologique du lac de Jannina qui, par des débouchés souterrains, donne naissance, à un niveau inférieur, à la formation de fleuves et de ruisseaux. Il y a toute raison de croire que les grosses Anguilles capturées normalement dans le lac y viennent du lac de Préveza en remontant par les déversoirs souterrains du lac.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *S. Posternak* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur le noyau phosphoré de la caséine.**

De l'étude de l'auteur découle cette notion nouvelle que le noyau phosphoré de la caséine de lait est formé de 4 acides sérine-phosphoriques.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des sciences. — Dans la séance du 31 janvier, M. Paul Pascal, Professeur à la Faculté des Sciences de Lille et à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, a été élu Correspondant de l'Académie dans la section de chimie.

M. P. Pascal s'est signalé dès le début de sa carrière par une thèse de doctorat qui apportait une importante contribution à l'étude de la constitution des phosphates de fer. Il appliqua ensuite la méthode des mesures magnétiques qu'il avait utilisée pour ce travail, à ses recherches sur les complexes uraniques et sur de nombreux composés organiques. Il s'est également adonné à des recherches sur les organo-métalliques, à l'étude thermique

et densimétrique des bains utilisés dans la fabrication de l'aluminium et à celle des densités des métaux fondus à haute température.

Académie de médecine. — M. le Dr Auvray a été élu membre titulaire dans la Section de Chirurgie et accouchements, en remplacement de M. Le Dentu, décédé.

Observatoires. — *Observatoire de Paris.* — On été nommés pour trois ans, membres du Conseil :

MM. le Colonel Bellot, Directeur du Service Géographique de l'Armée.

Painlevé, Membre de l'Institut, Professeur à l'Ecole Polytechnique.

Fichot, Ingénieur hydrographe général, Chef du Service hydrographique, Membre du Bureau des longitudes.

Le vice-amiral Fournier, Membre de l'Institut.

Appell, Membre de l'Institut, Recteur honoraire de l'Académie de Paris.

Cavalier, Directeur de l'Enseignement supérieur.

Carrier, Directeur général des Eaux et Forêts.

Kœnigs, Membre de l'Institut, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers.

D. Berthelot, Membre de l'Académie des Sciences.

Le Général Bourgeois, Membre de l'Académie des Sciences.

Le Général Ferrié, Membre de l'Académie des Sciences.

Lallemand, Membre de l'Académie des Sciences.

Andoyer, Membre de l'Académie des Sciences.

Lacroix, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

E. Picard, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

— *Observatoire polaire.* — Le Rockefeller International Education Board a mis à la disposition du Professeur Carl Störmer un fonds important pour aider à la construction, en Norvège septentrionale, près de Tromsoë ou de Bosskopf, d'un Observatoire polaire destiné plus spécialement à l'étude de l'aurore boréale et des phénomènes connexes. L'Etat norvégien doit se charger de l'entretien de cet Observatoire qui, ouvert aux savants de tous les pays, aura un caractère international. L. F.

Vie scientifique universitaire

Universités. — Une bourse de 500 livres, pour l'année 1928, est offerte par la Fédération des Australiennes diplômées des Universités, dans le but de permettre à la titulaire d'effectuer, pendant une année, des travaux portant sur les matières suivantes : biologie, physiologie, histoire naturelle, géologie, économie politique, anthropologie ou histoire coloniale. Elle sera attribuée par la commission des bourses de la Fédération internationale des femmes diplômées des Universités. Le titulaire devra passer six mois au moins en Australie et pourra passer les six autres mois en Tasmanie ou en Nouvelle-Zélande.

Le dossier des candidates devra contenir trois exemplaires de leurs publications ou de rédactions de leurs travaux. Les candidatures françaises, auxquelles seront jointes les pièces nécessaires, devront être envoyées, avant le 20 mars, au secrétariat de l'Association des Françaises diplômées des Universités, 4, rue de Chevreuse, Paris, 6e.

Pour tous renseignements s'adresser à la Secrétaire générale de l'Association, 214, boulevard Raspail, Paris, 14e.

— *Bibliothèques universitaires.* — Une session d'examen pour l'obtention du certificat d'aptitude aux fonctions de bibliothécaire dans les Bibliothèques des Universités s'ouvrira à Paris le lundi 10 octobre 1927, à la Sorbonne.

Les candidats devront se faire inscrire au secrétariat de leur Académie entre le 20 août et le 5 septembre. En s'inscrivant, ils déposeront les pièces énumérées dans l'arrêté du 20 décembre 1893.

Ils doivent être âgés de moins de trente ans au 1er janvier 1927. Toutefois, cette limite d'âge est reculée d'un temps égal à la durée des services antérieurs, civils ou militaires, ouvrant des droits à la retraite.

Dans chaque Académie, la liste des candidats et leurs dossiers seront adressés par le Recteur au Ministère pour le 10 septembre 1927.

Les candidats seront informés par l'intermédiaire des Recteurs, quinze jours au moins avant l'ouverture des épreuves, qu'ils sont admis à se présenter.

Il est rappelé aux candidats aux fonctions de bibliothécaire municipal dans une bibliothèque classée que, conformément à l'arrêté du 26 mai 1898, ils peuvent y accéder, s'ils obtiennent le certificat d'aptitude aux fonctions de Bibliothécaire universitaire.

Facultés des Sciences. — Sont admis à s'inscrire en vue de la licence avec dispense du baccalauréat de l'enseignement secondaire, dans les Facultés des sciences, les candidats de nationalité française qui justifient d'un des titres ou grades suivants :

« Titre d'ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

« Certificat d'études physiques, chimiques et naturelles, obtenu avec un minimum de 70 points par les candidats pourvus du brevet supérieur de l'enseignement primaire, du brevet d'Enseignement primaire supérieur ou du diplôme de fin d'études de l'Enseignement secondaire des jeunes filles. »

— Une session de l'examen institué spécialement pour les étudiants étrangers originaires de pays ou l'Enseignement secondaire n'est pas organisé de façon équivalente à l'Enseignement secondaire français et qui demandent à s'inscrire dans les Facultés et Ecoles d'enseignement supérieur s'ouvrira, au siège de chaque Université, le jeudi 17 mars 1927.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Morand a soutenu le 21 février, à la Sorbonne, une thèse pour le doctorat ès-sciences physiques sous le titre : « *Etude sur l'émission des rayons positifs; application à la séparation des isotopes.* »

M. Cornillot a soutenu le 18 février, à la Sorbonne, une thèse pour le doctorat ès sciences, sur le sujet suivant : « *Contribution à l'étude de la tautomérie dans la série phtalonique et phtalide carbonique.* »

— *Faculté de Pharmacie.* — Statistique des étudiants : L'augmentation du nombre des étudiants est en progression constante. En ce qui concerne ceux ayant pris inscription, leur nombre, qui était de 604 en 1923-1924 et de 631 en 1924-1925, est passé à 754 en 1925-1926.

A ce chiffre de 754, il y a lieu d'ajouter 108 étudiants qui ont été seulement immatriculés et 245 autres qui, en vertu d'inscriptions antérieures ou pour la validation de stage ont subi des examens, ce qui porte à 1.107 le nombre des étudiants ayant fait acte de scolarité, contre 903 en 1923-1924, et 953 en 1924-1925.

Ces 1.107 étudiants étaient répartis ainsi :

Etudiants ayant pris une ou plusieurs inscriptions :		
En vue du diplôme d'Etat de Pharmacien	748	
En vue du diplôme supérieur ..	»	
En vue du diplôme universitaire	6	754
Etudiants immatriculés :		
En vue du certificat d'herboriste	84	
En vue du diplôme de doctorat universitaire	24	108

Etudiants ayant subi, dans l'année, des examens :

En vertu d'inscriptions antérieures	57	
Pour la validation du stage	188	245

Au cours de l'année scolaire 1925-1926, 254 élèves nouveaux se sont fait inscrire.

Le nombre des étudiants est en progression constante : de 58 en 1919-1920, il est passé à 185 en 1924-1925, puis à 255 en 1925-1926.

Le nombre total d'inscriptions délivrées qui était de 2423 en 1924-1925, est passé à 2.842 en 1925-1926.

Examens :

	Régime	Examinés	Admis
Validation de stage	»	188	169
Fin d'année et semestriels	A.R.	5	4
— —	N.R.	692	517
Fin d'études	A.R.	83	61
—	N.R.	487	385
Diplômes supérieurs	»	»	»
Herboristes	»	84	57
Doctorats	»	18	18

Le nombre des grades et diplômes conférés en 1925-1926 s'élève à 218 au lieu de 195 durant l'année scolaire 1924-1925. Ce chiffre de 218 se répartit ainsi :

Diplômes de pharmacien (N.R.)	113
Diplômes de 1re classe (A. R.)	24
Pharmaciens supérieurs	»
Certificats d'herboristes	57
Doctorats	24

La Bibliothèque a reçu comme lecteurs :

	1925-1926	1924-1925
Etudiants en pharmacie	20.060	17.483
Etrangers à la Faculté	5.000	2.402
	25.060	19.885
Ouvrages communiqués sur place	77.395	69.352

Le nombre des ouvrages reçus en 1924-1925 avait été de 420; ce chiffre est passé à 574 en 1925-1926.

Ecole centrale des Arts et Manufactures. — M. Garnier, Président de la Société des Amis de l'Ecole centrale est nommé membre du Conseil de l'Ecole à dater du 23 février 1927, pour une période expirant au mois de février 1933.

Ecole nationale supérieure des Mines de Saint-Etienne. — M. Demay, Ingénieur en chef de 2e classe des Mines, Professeur titulaire à ladite Ecole, est nommé Sous-Directeur, en remplacement de M. Le Sueur, appelé à d'autres fonctions.

Université de Lille. — *Faculté des Sciences.* — La chaire de Physique est déclarée vacante (du 15 février 1927). Un délai de vingt jours est accordé aux candidats pour faire valoir leurs titres.

Université de Rennes. — *Faculté des Sciences.* — Il est créé un Institut dénommé : « Institut polytechnique de l'Ouest » et dont le siège est à Nantes.

Université de Poitiers. — *Faculté des Sciences.* — La chaire de Botanique est déclarée vacante (du 10 février 1927). Un délai de vingt jours est accordé aux candidats pour faire valoir leurs titres.

Université de Grenoble. — Le Recteur de l'Académie de Grenoble est autorisé à accepter au nom de l'Université la donation faite le 22 juillet 1926, par Mme Anne-Blanche Vautherin, veuve de Dr Charles Marmonier, d'une somme de 7.000 fr., dont les arrérages seront employés à la création d'une bourse qui, sous le nom de bourse Marmonier, sera décernée à un étudiant à l'Ecole de Médecine de Grenoble et, en cas de suppression de ladite Ecole, à un étudiant de la Faculté des Sciences.

Ecoles de plein exercice et préparatoires de Médecine et de Pharmacie. — Les professeurs suppléants qui ne sont pas assujettis à l'impôt des patentes pourront être nommés sans limite de temps après un stage minimum de deux années d'enseignement régulier, sur la proposition du conseil de l'Ecole et après avis favorable de la commission compétente du comité consultatif de l'Enseignement supérieur public.

Les profeseurs supléants qui seront assujettis à l'impôt des patentes postérieurement à leur nomination cesseront leurs fonctions après neuf ans d'exercice.

D'autre part, par décret du 6 février 1927, peuvent être nommés sans concours, Professeurs suppléants, les candidats inscrits sur la liste d'aptitude aux fonctions d'agrégés des Facultés de Médecine.

Université de Strasbourg. — Sont nommés membres du Conseil d'Administration de la Bibliothèque nationale et universitaire.

Un représentant de la Société des Amis de l'Université de Strasbourg.

MM. Coville, Directeur honoraire de l'Enseignement supérieur au Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.

Charles Frey, député du Bas-Rhin.

Le général Hirschauer, sénateur de la Moselle.

Eugène Muller, député du Bas-Rhin.

Le docteur Pfleger, député du Haut-Rhin.

Scheer, député du Haut-Rhin.

Camille Schlumberger, industriel à Ribeauvillé, vice-président du Comité de l'Exposition du livre à Colmar.

Georges Weill, député du Bas-Rhin.

Le représentant de la Société des Amis de l'Université de Strasbourg est désigné comme Président du Conseil d'Administration de la Bibliothèque et MM. Coville et Scheer comme vice-présidents.

Université de Besançon. — Un concours s'ouvrira le 20 octobre 1927 devant la Faculté de Médecine de Nancy pour l'emploi de Professeur suppléant des chaires de pathologie et de clinique médicales à l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Besançon.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Cours de thermodynamique à l'usage de l'enseignement supérieur scientifique et technique, par G. Bruhat. In-8° de 408 pages avec 159 figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Le « Cours de thermodynamique » que public M. Bruhat est fort heureusement conçu. L'auteur a su grouper tout ce qu'il est essentiel de connaître sur les rapports entre la chaleur et le travail; il l'a exposé avec précision et clarté et son livre sera fort apprécié des étudiants et des professeurs de nos facultés et instituts techniques.

L'ouvrage est divisé en cinq parties. Dans la première, l'auteur rappelle les connaissances qui sont nécessaires par la suite : grandeurs et unités mécaniques, travail reçu par un système soumis à des forces de pression, thermométrie, compressibilité et dilatation des gaz, calorimétrie.

La seconde partie est consacrée à l'énoncé des deux principes de la thermodynamique, à leur expression générale et à quelques-unes de leurs applications. L'auteur sait « qu'on ne démontre pas les principes; on les pose *a priori* et leur vérification résulte de la vérification des multiples conséquences qu'on en peut tirer ». Mais les principes étant d'origine expérimentale, pour en bien faire comprendre le sens et la portée, il mentionne les expériences qui les ont suggérés. En ce qui concerne le second principe, l'auteur ne se contente pas de l'énoncé classique de Carnot et de Clausius. Il montre qu'il peut être énoncé sous une forme peut-être plus vague, mais plus intuitive, en lui donnant la signification d'un principe d'évolution.

La troisième et la quatrième partie comprennent l'étude thermodynamique de l'équilibre d'un corps pur et du rayonnement par incandescence. A propos de ces problèmes, il expose très simplement les théories statistiques et la théorie des quanta dont le rôle est de plus en plus important. Il n'était pas mauvais de montrer aux lecteurs comment ces théories permettent d'aborder certains problèmes auxquels ne s'appliquent pas les méthodes de la thermodynamique classique.

Enfin, la cinquième partie est consacrée à l'étude de quelques applications industrielles de la thermodynamique : compression des gaz et production du froid, moteurs thermiques, éclairage par incandescence. A. Bc.

Histoire de la découverte de la photographie, par G. Potonniée. In-8° de 320 pages avec de nombreuses illustrations. Publications photographiques P. Montel, 35, boulevard St-Jacques, Paris, 1925. — Prix : 20 fr.

Parfois captivante comme un roman, toujours précise comme une œuvre scientifique, appuyée sur des documents et des faits irrécusables, abondamment illustrée, l'histoire de la photographie dont M. Potonniée publie le premier volume, mérite d'intéresser tous ceux qui, de près ou de loin, s'occupent de photographie.

Elle fait justice d'un certain nombre d'erreurs, trop souvent accréditées à l'étranger et même en France. Elle établit que, sans aucune contestation possible, la photographie est une découverte d'origine française : « C'est un français, Niepce, qui l'a inventée; c'est un français, Daguerre, qui l'a divulguée. Et lorsque, avec le temps, suivant une loi de croissance normale, la prodigieuse découverte s'est développée, c'est en France qu'ont été trouvés ses grands perfectionnements : procédés photomécaniques, photographie des couleurs, photographie animée. »

L'ouvrage expose l'histoire de la photographie depuis ses origines jusqu'en 1851, année où mourut Daguerre. La photographie moderne, telle que nous la pratiquons aujourd'hui, est alors constituée en ses éléments essentiels : image négative sur verre, positive sur papier.

Les diverses améliorations qui en ont fait une science universelle existent déjà presque toutes : images inaltérables données par l'encre d'imprimerie, reproduction des couleurs, projections lumineuses, stéréoscopie, photographies animées. « Désormais rien n'arrêtera plus le développement de la photographie; en même temps que se perfectionnera sa technique, ses applications deviendront plus nombreuses. Elle va fournir aux hommes un procédé d'observation scientifique qui voit plus et d'autre manière que l'œil humain et, par sa copie exacte de la réalité, un nouveau moyen d'exprimer la pensée humaine; ressources merveilleuses que n'ont même pas soupçonnées les générations qui nous ont précédés. L'histoire de ce développement fera l'objet de la deuxième partie de ce travail. »

Nous formons les vœux les plus sincères pour que M. Potonniée puisse nous donner le plus tôt possible le second volume qu'il nous promet. A Bc.

Les filtres électriques. Théorie. Construction. Application, par Pierre David. Préface de M. le Général Ferrié. In-8° de 128 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

Les filtres électriques sont des combinaisons de circuits qui permettent le triage et la séparation suivant telle loi qu'on désire, des courants de fréquences différentes. Les occasions d'employer ces appareils sont innombrables en électrotechnique et le progrès, en accroissant le nombre et la nature des courants utilisés ne peut que les multiplier encore. Comme applications déjà réalisées, on peut citer : l'emploi dans les radiocommunications en général (suppression du courant porteur, etc.); la télégraphie et la téléphonie multiple sur fils, les recherches et les mesures (analyse de phénomènes complexes) et en électrotechnique générale.

Si malgré cela, en France, les filtres sont encore peu répandus, cela tient à ce que les techniciens américains, qui se sont surtout occupés de la question, ont publié leurs recherches par fragments épars et le plus souvent en faisant appel à des ressources mathématiques d'un niveau assez élevé et d'un aspect peu agréable. Il y avait donc là une lacune à combler et c'est ce que l'ouvrage de M. David a fait d'une façon très heureuse.

Il contient condensé en un tout homogène ce qu'il est nécessaire et suffisant de connaître pour réaliser un filtre correct dans chaque cas particulier. Pour en rendre l'usage plus commode, il est divisé en deux parties :

Dans la première, la théorie générale des filtres est exposée avec un minimum de calculs et en faisant appel aux démonstrations les plus courtes;

Dans la deuxième, les résultats précédents sont groupés de manière à en permettre l'utilisation pratique. Des tableaux et des exemples facilitent le choix et le calcul du filtre désiré. Le lecteur qui n'aurait pas le temps ou le désir d'approfondir la démonstration des formules de la première partie, n'aurait donc qu'à les admettre, en abordant directement la deuxième.

Enfin, un appendice est consacré aux avantages que procure l'introduction de l'induction entre les divers éléments d'un filtre. Bien que les filtres ainsi constitués puissent être plus économiques, leur généralisation est contrariée par la difficulté plus grande de leur construction.

Disons, pour terminer, que cet ouvrage, loin d'être une compilation informe de résultats ramassés de tous côtés comme on en rencontre dans certains ouvrages de vulgarisation, a un cachet bien personnel; l'auteur ne craint pas, à l'occasion, de donner quelques conseils dictés par sa propre expérience. P. Abadie.

Explosifs, poudres, gaz de combat, par Paul Pascal. In-8° de 296 pages avec 118 figures. J. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

M. Pascal nous donne un exposé très clair et très complet des connaissances actuelles relatives aux explosifs et aux gaz de combat. C'était là un sujet très vaste et difficile à traiter si l'on voulait tenir le lecteur au courant de tous les travaux réalisés au cours de la dernière guerre.

« De nombreuses indiscrétions, indique M. Pascal, commises dès 1919, et des polémiques ultérieures ont donné lieu, principalement dans la presse technique alliée, à la publication hâtive et parfois textuelle de rapports offi-

ciels ou même de documents réservés à quelques privilégiés.

« Nous nous sommes trouvé de cette façon délié de nos scrupules sur assez de points pour pouvoir apporter dans notre enseignement une bonne partie de notre documentation personnelle tirée de la pratique des fabrications ou des recherches de laboratoire.

« Les lacunes que les spécialistes pourront parfois remarquer sont en parties dues à un souci de discrétion qu'il faudra nous pardonner. »

L'auteur qui, pendant la guerre, a été attaché à la poudrerie d'Angoulême, était particulièrement qualifié pour écrire ce livre qui est un véritable traité de chimie appliqué à l'art militaire et dont la nouveauté et l'originalité sont un gage assuré de succès.

Après une introduction consacrée à dresser un tableau très fidèle de l'effort déployé par notre pays dans le domaine chimique, au cours de la dernière guerre, l'auteur étudie successivement les réactions explosives, la fabrication des explosifs, les mélanges explosifs, les poudres et les gaz de combat. A. Bc.

Pathologie du sympathique. Essai d'anatomo-physio-pathologie clinique, par M. Laignel-Lavastine, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris. In-8° de 1080 pages avec 105 figures. Félix Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 90 francs.

Ceux des lecteurs de la *Revue Scientifique* qui seraient heureux de développer les connaissances qu'ils ont puisées dans l'article si intéressant que le Dr Laignel-Lavastine avait écrit à leur intention, pourront trouver tous les éclaircissements désirables dans l'admirable ouvrage que nous leur présentons aujourd'hui. Son importance théorique et pratique est telle que nous devons renoncer à l'analyser comme il conviendrait car des pages nous seraient nécessaires; toutefois, nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer que l'on se tromperait singulièrement en considérant ce livre comme une étude physio-pathologique du Nerf grand sympathique des anatomistes.

Ainsi que l'écrit si justement le Professeur Roger dans sa préface, ce Nerf grand sympathique au sens anatomique fait partie du système nerveux végétatif. « On ne peut le séparer du nerf pneumogastrique qui doit être considéré comme la portion bulbaire du système sympathique et de quelques autres nerfs servant à la régulation des fonctions nutritives. Ainsi le système sympathique ou holosympathique se divise en grand sympathique ou orthosympathique et parasympathique »; celui-ci se divise en moyen sympathique ou système vagal, comprenant la partie végétative du pneumogastrique et petit sympathique, comprenant les éléments végétatifs de divers nerfs crâniens.

Cette conception étant maintenant parfaitement admise des cliniciens et des physiopathologistes, on voit donc la portée considérable du livre de M. Laignel-Lavastine et le grand intérêt qu'il présente aussi bien pour les expérimentateurs que pour les praticiens. Pour donner encore une idée de son importance, ajoutons que la partie bibliographique y comporte plus de 250 pages ne concernant que les travaux publics entre 1903 et 1922.

Seul un spécialiste comme l'auteur était capable de rassembler un pareil nombre de documents et de si bien les résumer ou les commenter. Il a vraiment droit à la reconnaissance de tous ceux qui cherchent la solution des nombreux problèmes que pose encore la pathologie du système nerveux végétatif.

Toutefois, en parcourant cet ouvrage, si remarquable à tous points de vue, j'ai été surpris que M. Laignel-Lavastine ne parle des anciens sympathomimétiques (notamment p.-oxyphényléthylamine et β-imidagoléthylamine) qu'au point de vue thérapeutique. Ces bases, d'une activité pharmacodynamique considérable sont pourtant, dans certains cas, d'importants facteurs d'auto-intoxication intestinale; il est regrettable qu'un grand nombre d'éminents neurologistes ne croient pas encore au rôle pathogénique que leur attribuent divers auteurs français et étrangers. A. Berthelot.

Les machines à prédire les marées. Bureau hydrographique international, Monaco. Publication spéciale, n° 13, juillet 1926). In-8° de VIII+110 pages avec figures et diagrammes. Robaudy, Imprimeur, Cannes.

Les méthodes d'analyse harmonique de lord Kelvin permettent de prédire les marées pour tous les ports où l'on possède au moins dix-huit années continues d'observations (période du *Saros*). Mais les calculs de l'analyse harmonique sont trop compliqués pour des prédictions nombreuses et à longue période. Lord Kelvin lui-même y suppléa, en 1872, par la construction de la première machine à prédire les marées (*tide-predicor*) où les ondes composantes sont représentées par des poulies dont les mouvements totalisés s'inscrivent sur un graphique. Comme les principales composantes diurnes et sous-diurnes de la marée sont au nombre de sept, sept poulies de rayon calculé proportionnellement à l'importance des composantes donnent une précision suffisante à la machine; la machine de démonstration construite par Kœnigs n'en contient même que quatre. Mais, comme il est facile de construire autant de poulies qu'il y a de composantes réelles dans la marée, même quand ces composantes sont faibles, les *tide-predictors* visent à la plus grande précision possible (10 composantes dans la première machine de lord Kelvin, 16 dans le *tide-predictor* n° 3 devenu la machine du Service hydrographique français, 20 dans la machine allemande, 37 dans celle de l'*U.S. Coast Geodetic Survey*). Les machines américaine et allemande, ont réalisé certains progrès de construction qui permettent une détermination plus rapide de l'horaire et de la hauteur des marées. Les procédés de prédiction de ces machines sont valables pour les 1400 ports où l'on possède des données d'observation reconnues comme nécessaires et suffisantes depuis Laplace. C. Vallaux.

Les moteurs (Encyclopédie par l'image), par L. Fournier. In-8° de 64 pages abondamment illustré. Librairie Hachette, Paris 1926. — Prix : 3 fr. 50.

Dans une brochure de vulgarisation destinée au grand public, M. Fournier expose, fort simplement, tout ce qui se rapporte à la production du travail. Après un court avant-propos destiné à faire comprendre ce qu'il faut entendre par travail, par puissance, par énergie, par moteur, il étudie successivement les moteurs à vent, le moteur hydraulique, la vapeur, les moteurs à combustion interne, les moteurs électriques. L'auteur a su dire avec le plus de clarté possible, tout ce que personne ne peut ignorer sur ces questions. Une illustration abondante et bien choisie aide à la compréhension du texte et augmente l'intérêt du livre. A. Bc.

Le Gérant : M. Hédan.

Impr. P. & A. Davy, 52, rue Madame, Paris.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 5 — 65e ANNÉE — 12 MARS 1927

L'INTENSIFICATION DE LA PRODUCTION AGRICOLE (1)

Un des faits les plus remarquables de l'histoire économique des 50 dernières années est certainement la prédominance du développement industriel sur le développement agricole chez presque toutes les nations de l'Europe occidentale.

Les progrès des sciences appliquées, les méthodes nouvelles d'organisation et de travail, la rapidité et la multiplicité des moyens de locomotion et de transports ont permis à l'industrie et au commerce d'accroître considérablement leurs possibilités de production et de négoce, tandis qu'une crise agraire, d'année en année plus aiguë, menaçait les pays du vieux continent.

Une à une, à l'exemple de l'Angleterre, la Belgique, l'Italie, la France, l'Allemagne devenaient importatrices de produits agricoles et de plus en plus ne parvenaient à assurer leur ravitaillement que par l'apport de denrées exotiques.

Déjà grave en France avant 1914, cette situation est devenue depuis la guerre vraiment inquiétante. La rareté plus grande de la main-d'œuvre a amené une diminution sensible dans la production des plantes cultivées en général et des céréales en particulier. La terre labourée a reculé devant la prairie. L'agriculture s'est tournée vers l'élevage moins exigeant en main-d'œuvre et plus rémunérateur. Assez vite, le cheptel animal, très éprouvé par des prélèvements intensifs effectués durant les hostilités, a pu se reconstituer et retrouver son ancienne importance, sauf en ce qui concerne l'espèce ovine, tandis que les cultures en céréales, en racines et en tubercules restaient stationnaires ou accusaient une progression si faible que l'écart demeure encore considérable entre les superficies occupées par elles en 1913 et celles qu'elles couvrent actuellement.

Alors qu'en 1913, six millions 1/2 d'hectares étaient ensemencés en blé, il n'y en avait plus que cinq millions en 1920, y compris l'Alsace-Lorraine, et cinq millions 1/2 environ en 1925. Aussi, malgré la vulgarisation de plus en plus étendue de l'emploi des engrais chimiques, le déficit dans la production en blé s'accuse-t-il en progression à peu près continue, nécessitant des importations de plus en plus onéreuses. Celles de l'année 1925 se sont traduites par des achats à l'étranger ou dans nos colonies s'élevant à 2.145.670.000 fr. ; celles de la campagne 1926-1927 dépasseront certainement 2 milliards 1/2. Le total des importations en produits animaux et végétaux en 1925 a dépassé 11 milliards, alors que les exportations n'ont atteint que 5 milliards 1/2.

Il est inutile de souligner les fâcheuses répercussions que peuvent avoir sur notre redressement économique de telles opérations et la nécessité, tout en sauvegardant notre approvisionnement, de les ramener dans le plus court délai possible, à des limites moins dangereuses pour nos finances et notre monnaie nationale.

« Travailler, produire, exporter, ce sont les trois conditions maîtresses de notre renaissance économique et financière » a dit M. le Président du Conseil, dans son discours de Bar-le-Duc.

(1) Discours prononcé par M. le Dr Queuille, député, Ministre de l'Agriculture, à la séance solennelle tenue par l'Académie d'Agriculture le 23 février 1927.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Travailler, mieux, avec des outils plus perfectionnés, afin de produire davantage et à meilleur compte et produire suffisamment pour pouvoir exporter, tels sont, les buts assignés aujourd'hui à l'intelligence et aux efforts du cultivateur français.

L'instruire, le guider, l'encourager moralement et matériellement pour que dans l'avenir le plus proche, il les ait atteints, tels sont, à l'heure présente, les devoirs des pouvoirs publics, et de ceux qui, se préoccupent du développement économique de la Nation.

La tâche est immense et les conséquences d'une politique d'intensification de la production agricole seront d'une importance capitale pour l'avenir du pays. Mais les problèmes qu'elle pose apparaissent dans leur multiplicité et leur diversité comme singulièrement difficiles à résoudre, car l'agriculture en même temps qu'elle est la plus ancienne est aussi la plus complexe des industries.

Comme on l'a dit très justement, c'est « une industrie dont les usines s'étendent en surface et dont le moteur est le soleil ». Ses machines ne sont point, il est vrai, des machines inertes, ce sont des êtres vivants : les plantes. Ces merveilleux appareils de synthèse sont chargés, sous l'influence des radiations solaires, d'assimiler, de fixer et de condenser les éléments de l'air, de l'eau et de la terre pour constituer les matières nécessaires à la vie des animaux et des hommes. Les principes généraux qui régissent l'industrie n'en sont pas moins exactement applicables à l'agriculture, et si leur application généralisée est une œuvre de réalisation lente, il semble néanmoins possible d'obtenir, par une application partielle et dans un délai assez court, les résultats les plus heureux.

C'est sur l'outillage constitué par les plantes elles-mêmes, que doivent tout spécialement porter nos efforts. Or, l'agriculture est une industrie qui travaille avec de vieux métiers. Le renouvellement de son matériel est donc une nécessité, chaque jour plus pressante.

Les règles de sélection et d'hybridation qui ont donné dans le perfectionnement des races animales de si magnifiques résultats peuvent nous permettre de créer des variétés de plantes plus productives, plus hâtives, plus résistantes aux maladies, en un mot mieux adaptées aux conditions du sol et du climat que celles actuellement cultivées.

Nous connaissons les résultats remarquables qui ont depuis longtemps été obtenus, aussi bien dans la production des plantes de grande culture qu'en horticulture ornementale et en arboriculture fruitière.

Ce long et patient travail de sélection, d'hybridation et de fixation de types perfectionnés, nos stations de recherches le poursuivent avec succès et les résultats obtenus par elles seront encore plus remarquables et plus nombreux lorsqu'elles disposeront des moyens matériels dont nous demandons, à cette heure, au Parlement de les doter.

Au cours de la précédente année, M. Saillard a signalé les grands progrès faits dans notre pays en ce qui concerne la production rationnelle de la graine de betterave et M. Schribaux a mis en lumière ceux, non moins importants, réalisés à la Station d'Essais de semences par une sélection méthodique des produits de croisement du blé, qui lui ont permis de créer, entre autres, trois types d'avenir : I_1, G_4 et Alliés × Bon Fermier.

Il importera d'expérimenter ces variétés sélectionnées en cultures comparées dans les diverses conditions de climat et de sol où elles sont susceptibles de réussir, puis de multiplier celles dont les essais auront été les plus satisfaisants, d'en distribuer les graines aux agriculteurs et, enfin, d'appliquer au marché des semences une réglementation sévère, tant en ce qui concerne le degré de pureté botanique et l'authenticité d'origine que la faculté germinative.

Ayant ainsi en sa possession les meilleurs appareils de transformation, c'est-à-dire les plantes les plus perfectionnées, l'agriculteur se donnera pour objectif d'obtenir d'elles le maximum de travail. Il n'atteindra ce but que si les matières premières, c'est-à-dire les éléments nourriciers de l'air, de l'eau et du sol sont fournis en abondance aux plantes : leur rendement sera d'autant plus intense que ces éléments leur seront offerts sous la forme où ils sont le plus facilement assimilables et transformables en matières vivantes.

Les éléments de l'air, sauf l'acide carbonique, sont en quantité illimitée, mais il n'en est pas toujours de même pour les éléments de l'eau.

Aussi, devons-nous appliquer nos efforts à aménager méthodiquement nos sources et nos cours d'eau, boiser les sommets, irriguer les pentes, drainer les bas-fonds, enfin poursuivre l'œuvre si considérable et si méritoire accomplie déjà, grâce au concours financier de l'Etat et des collectivités locales, par nos Ingénieurs de l'Hydraulique agricole et du Génie rural. Un programme de grands travaux a été préparé dont l'exécution, en même temps qu'elle accroîtrait considérablement nos facultés de production agricole, permettrait l'utilisation d'une main-d'œuvre que la crise industrielle laisse momentanément disponible.

Quant aux éléments nourriciers du sol, une sage et prévoyante politique des engrais chimiques et des amendements calcaires doit pouvoir les mettre à la disposition des agriculteurs dans les meilleures conditions possibles de commodité et de prix.

L'abaissement du coût des transports, l'application de barèmes dégressifs aux longs parcours, la remise en marche de beaucoup de

fours à chaux, la création de coopératives de chaulage et de marnage subventionnées par l'Etat, permettraient, je l'espère, de conjurer le péril redoutable, signalé à l'Académie par les communications récentes de MM. Brioux, Demolon et Vincent, auquel la décalcification des terres, rendue plus intense par l'emploi de certains engrais chimiques, expose la production végétale.

Pour libérer notre pays des coûteuses importations des nitrates chilien, norvégien et allemand, nous devons développer activement la fabrication des azotés de synthèse dans nos bassins houillers et mettre rapidement en marche l'usine de Toulouse dont la capacité de production pourra atteindre 150,000 tonnes en sulfate d'ammoniaque et nitrates. Grâce aux crédits récemment votés par le Parlement et aux efforts de nos ingénieurs et de nos chimistes, l'heure est proche où la terre de France pourra enfin recevoir en abondance des azotés de fabrication française.

La richesse de nos gisements en phosphates et sels potassiques offre à notre agriculture les possibilités de plus larges utilisations. Mais là encore, la cherté des produits et des transports limite leur consommation. Cependant, en ce qui concerne les scories, leurs prix ont pu être abaissés depuis quelques mois de 1 fr. 85 à 1 fr. 25, le degré d'acide phosphorique et les barèmes de transport, ainsi que ceux appliqués aux sels de potasse, sensiblement améliorés.

Les négociations entreprises auprès des exploitations phosphatières et des autorités gouvernementales de l'Afrique du Nord pour obtenir que l'agriculture française puisse être approvisionnée en phosphates à des prix inférieurs au cours mondial paraissent devoir aboutir. Une somme d'environ 8 millions de francs serait versée chaque année au Ministère de l'Agriculture pour lui permettre d'intensifier par tous les moyens appropriés sa propagande en faveur de l'emploi de ces engrais.

Enfin, pour réduire au minimum les frais de transport et d'emballage, il faut organiser, dès à présent, l'étude et la fabrication de nouveaux engrais à haute teneur contenant à la fois les trois éléments : azote, phosphore et potasse, sans matière inutile, et réaliser ainsi sous des formes nouvelles, des produits fertilisants, mieux assimilés et mieux utilisés par les plantes.

L'Allemagne nous a précédés dans cette voie. Elle vient de lancer sur le marché des combinaisons de ces 3 éléments, qui, pour n'être pas parfaites, n'en témoignent pas moins d'un esprit inventif, toujours en éveil.

Parvenu à ce point où, cultivant les meilleures variétés de plantes sur un domaine bien aménagé, avec des terres défendues, s'il y a lieu par un chaulage, contre la décalcification, bien ameublies, largement pourvues de fumier de ferme, d'engrais azotés, phosphatés et potassiques, l'agriculteur, suivant l'expression si bellement imagée de M. Roux, « n'a plus qu'à « veiller à ce que rien ne vienne troubler le « développement des plantes, machines déli« cates et silencieuses qui fonctionnent auto« matiquement ».

La surveillance à exercer est loin d'être facile, car des dangers de tous les instants menacent les cultures. Ce sont les perturbations atmosphériques et les épiphyties. Contre les premières, nous sommes encore presque complètement désarmés. Contre les maladies et les ennemis des plantes qui font perdre annuellement à la France plus de 10 milliards de francs, nous pouvons et nous devons par des procédés de lutte, soit préventifs, soit curatifs organiser une résistance victorieuse.

Les remèdes actuels de la pharmacopée agricole sont en nombre véritablement trop restreint : soufre, cuivre, arsenic, nicotine, quatre toxiques contre les milliers de maladies parasitaires différentes. Aussi est-il souhaitable de voir nos laboratoires de l'Institut de Recherches agronomiques s'orienter davantage vers la découverte de remèdes nouveaux et, par des méthodes scientifiques, poursuivre patiemment l'étude des parasites des plantes pour parvenir à reconnaître les particularités de leur évolution et, par suite, déterminer les moyens capables d'enrayer leur multiplication.

Les procédés de lutte ainsi découverts devront subir l'épreuve de l'expérimentation dans les conditions de la pratique avant d'être conseillés aux Syndicats de défense dont il conviendra d'encourager la formation et le fonctionnement.

Nous pensons obtenir prochainement les crédits indispensables pour la mise en application rapide de ce plan de campagne contre les ennemis des cultures, afin de doter d'un service phytopathologique complet l'agriculture française.

Parallèlement à l'application de ces mesures propres à développer la production végétale, nous essaierons avec le concours si précieux des Offices agricoles régionaux et départementaux d'assurer la prospérité de notre production animale en poursuivant l'amélioration de nos races régionales, dont les belles études de MM. Dechambre, Leroy, Lignières, Massé et Moussu ont fait ressortir les merveilleuses qualités d'adaptation au milieu et de résistance aux maladies.

Cette œuvre si importante et si intéressante devra être complétée par des recherches sur l'alimentation rationnelle des animaux, les facteurs de croissance et de vaccin aphteux.

Et ce que ne peuvent faire pour sauvegarder les intérêts de l'agriculture les mesures de protection des plantes et des animaux les plus nombreuses et les plus efficaces, tâchons de le

réaliser par l'application de plus en plus généralisée des idées de prévoyance et de solidarité, par la vulgarisation des Sociétés d'assurances mutuelles de toute nature.

A l'isolement de l'agriculteur, à la nécessité d'investir un capital d'exploitation sans cesse accru, à la raréfaction toujours plus grande, hélas ! de la main-d'œuvre, opposons l'organisation coopérative et celle du crédit agricole sous toutes leurs formes et largement dotées de subventions nationales. Améliorons les conditions de vie et de travail du cultivateur par une plus large diffusion de l'eau et de l'énergie électrique, et, pour que soit remplie la condition essentielle au succès de toute œuvre humaine, préparons les esprits à la pratique de la profession, intruisons-les, propageons par tous les moyens, mêmes les plus modernes, l'enseignement agricole et artisanal à tous les degrés.

Mais toutes les mesures déjà prises ou envisagées pour intensifier notre production agricole seraient vaines et inopérantes si l'agriculteur ne trouvait pas dans la vente de ses récoltes, la juste rémunération de ses capitaux et de son travail.

L'organisation de l'écoulement des produits du sol sur les marchés intérieurs et extérieures est donc d'une nécessité vitale pour l'agriculture.

Mon collègue et ami, M. Ricard en a fait à l'Académie d'Agriculture une lumineuse démonstration.

Et cette vente sur les marchés étrangers pose la question de révision des tarifs douaniers et celle du retour progressif à la liberté d'exportation.

Elles font en ce moment l'objet de l'étude la plus attentive de la part des services intéressés et le Gouvernement qui les examine avec le sincère désir d'apporter aux justes revendications des agriculteurs les satisfactions nécessaires.

Ai-je besoin d'ajouter, qu'en ces matières, aussi bien qu'en ce qui concerne les problèmes de la production agricole, le Gouvernement ne perdra jamais de vue les nombreux travaux de l'Académie, assuré qu'il est d'y trouver les suggestions et les solutions à la fois les plus hardies et les plus sages — celles que vous ont dictées la science la plus profonde unie à l'expérience la mieux éprouvée et la plus prudente.

Puissent nos communs efforts, vivifiés et multipliés par tout ce que l'esprit et le cœur de nos populations rurales contiennent d'énergie créatrice et de volonté agissante, permettre à la France de trouver dans son terroir, dans son industrie agricole, chaque jour plus scientifique, le fondement le plus solide de son rétablissement économique et financier.

Dr QUEUILLE,
Député,
Ministre de l'Agriculture.

APERÇUS INTUITIFS SUR LES MATHÉMATIQUES USUELLES

Les avances réalisées par la pensée mathématique, aussi bien conquêtes grandioses de novateurs qu'humbles progrès de débutants, procèdent toujours de l'intuition. Aussi, malgré les erreurs que peut faire naître son usage exclusif, l'intuition mérite-t-elle dans l'enseignement une large place. Dans une simple formation de culture générale, cette place peut, sans inconvénient, être prédominante. Dans la préparation des ingénieurs, il faut développer l'exercice de l'intuition et du calcul en les associant étroitement. Enfin, dans l'instruction des théoriciens, il y a lieu d'initier en outre aux procédés de construction scientifique, par voie purement déductive.

Ici, nous ne nous occuperons que de l'intuition, et seulement, pour les données positives qu'elle apporte à la construction de l'édifice mathématique. Notre exposé s'adresse à des lecteurs non spécialisés : leur permettre de préciser quelques souvenirs et les initier par des images à quelques notions analytiques d'application fréquente, voilà son but principal. Peut-être pourra-t-il aussi rendre service à ceux qui enseignent.

Une des premières données de l'intuition est l'espace où sont situés et où se meuvent les corps. La subdivision avancée de la matière fait naître l'idée de point. Parmi les corps, on distingue les solides, qui conservent la même forme dans tout déplacement. La notion de distance, qu'ils nous suggèrent, permet aussitôt de dire : la distance entre deux particules d'un solide demeure invariable.

L'idée de distance s'associe naturellement à celle de la ligne droite dont un fil tendu, un rayon lumineux fournissent des images. Pareillement, la surface d'un lac tranquille donne la notion du plan, tandis que la chute d'une pierre y produisant des ondes nous amène à concevoir le cercle, voire même un système de cercles concentriques.

Ces notions acquises, nous pouvons à notre gré en reproduire les qualités dans différents objets : c'est ainsi que la règle et le compas nous permettent de dessiner des droites et des cercles, et nous serions ainsi en mesure d'obtenir des figures offrant une grande complexité si nous prenions plaisir à élaborer des choses compliquées.

Au contraire, notre attention se portera toujours sur des relations simples et générales. Une de ces relations est celle que notre esprit établit

de bonne heure entre les figures d'une part, les nombres de l'autre, au moyen de l'idée de *mesure*. Les nombres vont pouvoir s'associer aux figures de manière que toute propriété géométrique se traduise par une ou plusieurs relations numériques.

Les relations numériques dérivent par combinaison de quelques-unes particulièrement typiques, exprimant qu'un nombre est la somme, la différence, le produit, le quotient de deux autres. Ces relations originelles sont associées, dans le monde des figures, à des propriétés géométriques très simples. La somme et la différence trouvent une représentation immédiate dans la juxtaposition des segments sur une droite. L'idée de produit, ou par un mécanisme inverse, celle de quotient, sont de même concrétisées par la relation entre l'aire du rectangle et les longueurs de ses côtés. Ces rapprochements, qui doivent être toujours présents à l'esprit des débutants, donnent un aspect particulièrement compréhensif à des règles usuelles du calcul telles que

$$(1) \qquad (a+b)(c+d)=ac+ad+bc+bd$$

et

$$(2) \qquad (a-b)(c-d)=ac-ad-bc+bd$$

Une étape facile à franchir nous amène à la notion des nombres précédés d'un signe (ou *relatifs*) répondant à l'extension indéfinie de la droite dans les deux sens : le choix d'un sens privilégié détermine le signe de la *mesure algébrique* d'un segment de cette droite dont on a fixé l'origine A et l'extrémité B (mesure algébrique qu'on représente par $\overline{AB}$). Grâce à cette notion et à une définition appropriée de l'addition, nous aurons, indépendamment des situations relatives des trois points A, B, C sur la droite précédente.

$$\overline{AB}+\overline{BC}=\overline{AC}$$

Nous n'insistons ici que pour souligner l'avantage des nombres relatifs : fournir des règles indépendantes des cas de figure. A ce point de vue, il n'y a plus lieu de distinguer les formules 1 et 2. De la première, on passe à la seconde en changeant b en —b, d en —d ; la règle des signes de la multiplication algébrique apparaît ainsi sous sa forme la plus simple.

Le domaine des équations nous confirme l'utilité d'images. Pour résoudre, par exemple, $x^2-3x-10=0$, il n'est pas interdit d'essayer par tâtonnements des valeurs de x ; pour valeur du premier membre, on trouve ainsi non pas en général zéro, mais un certain nombre y, qui correspond à x. Pour rendre palpable cette correspondance, on est naturellement amené à se servir d'une représentation graphique : on prend deux axes rectangulaires x'x, y'y et on porte, en abscisses les valeurs de x, en ordonnées les valeurs de y. Chaque valeur de x fournit ainsi un point M (ayant l'ordonnée $y=x^2-3x-10$) et on trouve que tous ces points M se répartissent sur une courbe. Une méthode est donc née pour la résolution des équations, elle consiste à prendre l'intersection de notre courbe (déterminée par continuité au moyen de points suffisamment rapprochés) avec l'axe x'x. Cette méthode s'applique notamment à la recherche approximative de la racine carrée, de la racine cubique, d'une racine d'ordre quelconque d'un nombre arithmétique.

Nous venons de voir poindre, avec l'idée de correspondance, l'idée de fonction et celles qui en sont solidaires : nous accédons par là au domaine de l'analyse infinitésimale. En même temps se précisent nos idées sur les relations entre figures et nombres, car nous touchons au principe cartésien de la géométrie analytique. L'importance de ces deux doctrines, apparues presque simultanément et dont le développement parallèle a révolutionné la science, veut que nous nous y arrêtions un instant.

Par l'introduction systématique des coordonnées, Descartes nous a appris à ramener tout problème de géométrie à une question d'algèbre : il y a là un progrès immense par la mise en œuvre d'une méthode puissante, supplantant tous les procédés particuliers employés avant elle. Outre les sections coniques, les géomètres grecs avaient rencontré des courbes variées dans des problèmes de lieux géométriques. Mais aucun principe directeur ne leur fournissait de classification rationnelle de ces courbes.

La découverte de Descartes tranche la question, en distinguant d'abord les courbes algébriques, c'est-à-dire celles qu'on pent obtenir en annulant un polynôme, puis les classant d'après le degré de ce polynôme. Les lignes du premier degré sont les droites et celles du second s'identifient avec les sections coniques, ce qui justifie la dénomination de *courbes usuelles*, souvent appliquée à l'ellipse, à l'hyperbole, à la parabole.

L'analyse infinitésimale est née aussi de la représentation graphique des fonctions, qui donne une image des variations de la fonction étudiée. Suivant que la courbe monte ou descend, la fonction est croissante ou décroissante. En chaque point, ce caractère est plus ou moins marqué, suivant la pente (en valeur absolue) de la tangente. D'où l'idée d'introduire pour chaque valeur de x un coefficient, qui sera positif si la fonction croit, négatif si la fonction décroit et mesurera la rapidité plus ou moins grande de variation en ce point. Nous obtenons ainsi la notion de dérivée, à la base du calcul différentiel. La dérivée exprime la pente, affectée d'un signe, de la tangente en chaque point de la courbe. Par là, le problème des tangentes est

ramené à une question analytique permanente : former le rapport :

$$\frac{f(a+h)-f(a)}{h}$$

égal à la pente d'une corde dont les extrémités ont pour abscisses a et a+h, et puisque cette corde tend à la limite (h tendant vers zéro) vers la tangente, chercher la limite de ce rapport. On obtient la dérivée. Si la variable représente le temps, la fonction étant égale au chemin parcouru par un point, en mouvement sur une droite, la dérivée sera justement la vitesse de ce mobile.

Nous devrons désormais, (de par ce qui précède) introduire une nouvelle opération, le passage à la limite. Essentielle pour la définition de la dérivée, elle ne l'est pas moins pour la définition de l'intégrale, qui naît du problème des aires. L'aire comprise entre un arc de courbe, deux parallèles à Oy menées par ses extrémités et le segment obtenu en projetant cet arc sur l'axe x'x, n'est autre que la limite de

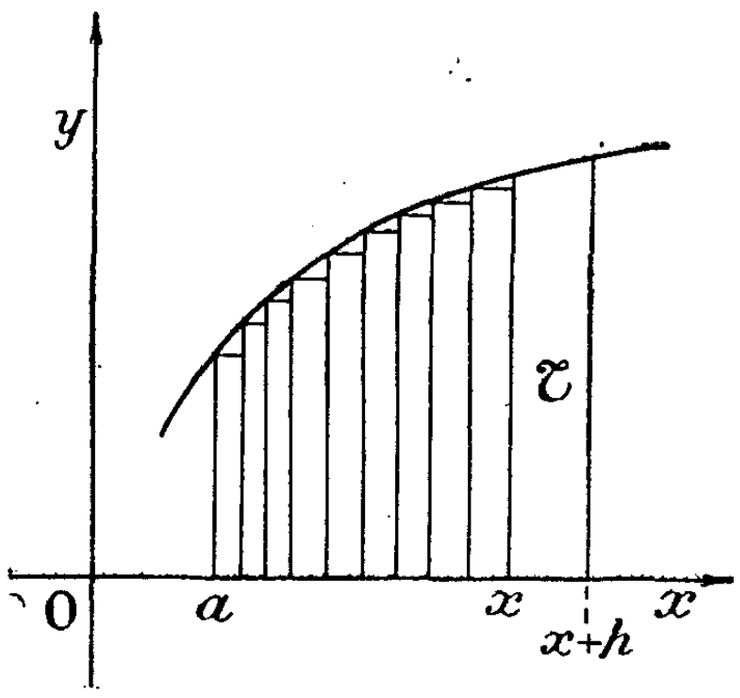


Fig. 44.

la somme des rectangles inscrits (fig. 44). Cette limite est précisément l'*intégrale* de la fonction f(x), dont la courbe est l'image, dans l'intervalle considéré. Soient a et x les abscisses de ses deux extrémités. Lorsque x varie, l'aire délimitée comme il vient d'être dit est une fonction S (x) : en donnant à x un petit accroissement h, l'aire s'accroît d'un petit trapèze mixtiligne τ, dont l'aire est le produit de h par une ordonnée de la courbe, menée à l'intérieur de ce trapèze, et qui tend vers f (x) quand h tend vers zéro : autrement dit, l'aire S (x) a pour dérivée f (x), et par suite, *la dérivation et l'intégration sont des opérations inverses.*

La dérivation s'applique à l'étude du mouvement d'un point dans l'espace, mouvement bien déterminé par les trois équations

$$x=F(t), \qquad y=G(t), \qquad z=H(t),$$

qui donnent, dans un certain système d'axes, en fonction du temps, les coordonnées du mobile, ou encore, qui déterminent simultanément la trajectoire et son horaire de description. De l'instant t à un instant ultérieur très rapproché $t+\varepsilon$, le mobile passe d'une position M à une position M_1. Différents éléments retiennent alors notre attention, d'une part la distance rectiligne MM_1 parcourue pendant l'intervalle de temps ε, d'autre part la direction de la droite MM_1. On synthétise ces éléments en

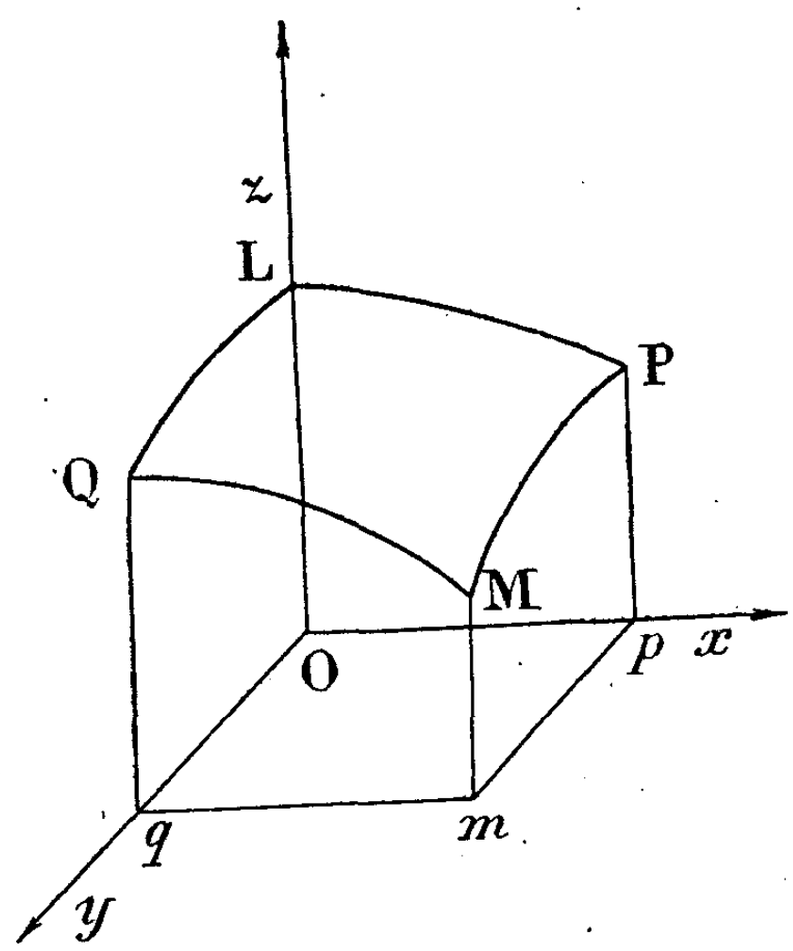


Fig 45.

considérant le déplacement MM_1 en tant que *grandeur vectorielle*, ce qu'on rappelle en écrivant $\overrightarrow{MM_1}$. De ce déplacement, nous passons à la vitesse moyenne, vecteur de même direction et de même sens que $\overrightarrow{MM_1}$, et de longueur $\frac{MM_1}{\varepsilon}$

En passant à la limite lorsque ε tend vers zéro, nous obtenons le *vecteur vitesse à l'instant* t, qui synthétise les deux éléments suivants :

1° direction et sens suivant lesquels le mobile a tendance à cheminer à l'instant t ;

2° rapidité de déplacement à cet instant.

Projetons le mobile sur chacun des axes : chaque projection est un nouveau mobile, animé d'un mouvement rectiligne, avec une vitesse égale à la projection, sur l'axe correspondant, du vecteur vitesse dans l'espace. Il en résulte aisément que les projections du vecteur vitesse sont les dérivées des coordonnées par rapport au temps.

Pendant un intervalle de temps (t_0, t), la longueur du trajet parcouru par le mobile a une certaine valeur qui dépend de t, sa dérivée par rapport à t est justement la longueur du vecteur vitesse. Pour calculer un arc de trajectoire, on est donc ramené de nouveau à ce problème :

trouver une fonction connaissant sa dérivée. Il faut donc intégrer cette dérivée.

En résumé des problèmes au premier abord très variés sont maintenant rattachés soit à la dérivation, soit à l'intégration. Une science est donc ainsi constituée par la réunion de deux branches d'importance capitale, le calcul différentiel et le calcul intégral.

La voie de la généralisation s'ouvre alors avec ampleur. Une fonction $z=f(x, y)$ de deux variables pourra se représenter par une surface (fig. 45). Le plan tangent en un point M de cette surface se détermine par les tangentes à deux courbes de la surface passant par M, telles les sections par les deux plans Mmp et Mmq parallèles respectivement à yOz et xOz : les pentes de ces tangeantes s'obtiennent en laissant alternativement x et y constants et dérivant f par rapport à la variable restante : d'où la notion des dérivées partielles f'_x, f'_y.

Si nous posons $x=\varphi(t)$, $y=\psi(t)$, les fonctions φ et ψ étant données, le point m du plan xOy, projection du point M de la surface, décrira dans ce plan une certaine courbe C. Rien ne nous empêche de regarder t comme le temps, le point m est donc animé d'un certain mouvement, et C est la trajectoire de ce mouvement. Sur la surface, le point M aura un mouvement correspondant, défini par les équations

$$x=\varphi(t) \qquad y=\psi(t) \qquad z\equiv f[\varphi(t),\psi(t)]$$

On dit que la dernière définit Σ comme *fonction composée* de t. Cela posé, il est facile de calculer la dérivée d'une fonction composée : en effet, le vecteur vitesse du mouvement de M a justement pour projections x'_t, y'_t et l'inconnue z'_t. Or, ce vecteur est dans le plan tangent en M. L'équation entre les coordonnées (x, y, z) d'un point de ce plan, est du premier degré (1) et telle que Z—z s'annule avec X—x et Y—y, elle est donc de la forme

$$Z-z=A(X-x)+B(Y-y)$$

mais A et B représentent les pentes des droites suivant lesquelles ce plan coupe les plans Mmp et Mmq, c'est-à-dire celles des tangentes aux sections considérées. Donc $A=f'_x$ et $B=f'_y$. L'équation du plan tangent à sa surface est donc

$$Z-z=(X-x)f'_x+(Y-y)f'_y$$

elle exprime la condition pour que le vecteur de projections X—x, Y—y, Z—z soit contenu dans ce plan. Appliquons cela au vecteur vitesse du mouvement de M sur la surface. Il vient une formule qui donne la dérivée cherchée

$$Z't=f'_x x'_t+f'_y y'_t$$

La même figure nous apporte une autre suggestion. Appelons $\varphi(x, y)$ le volume compris entre les plans de coordonnées, notre surface et les plans Mmp et Mmq. Les dérivées partielles sont respectivement les aires des faces latérales Mmp et Mmq. Mais alors, qu'on dérive, relativement à x, la dérivée partielle ψ'_y, ou relativement à y, la dérivée partielle ψ'_x, on obtiendra pour résultat la longueur de l'arête mM. D'où le théorème de l'indépendance de l'ordre des dérivations.

Pour terminer cet article nous attirerons l'attention sur la pluralité des images susceptibles de fournir au chercheur des renseignements concernant une théorie mathématique déterminée. Nous en avons déjà rencontré un exemple, à propos de la dérivée qui peut représenter aussi bien la pente d'une courbe ou la vitesse d'un mouvement. Nous emprunterons un autre exemple au calcul intégral. L'aire nous a servi à définir l'intégrale d'une fonction d'une variable dans un intervalle, pareillement, on définirait par un volume l'intégrale double d'une fonction f (x, y) à l'intérieur d'un certain contour du plan xOy (1). Mais, on peut retrouver ces notions et les résultats qui s'y attachent dans une autre voie, qui nous conduira vers de nouvelles associations d'images, et par elles à de nouveaux résultats.

Supposons connue, dans un corps matériel, la densité en chaque point et proposons-nous de trouver la masse totale. Il est bien entendu qu'il s'agit de la densité linéaire si l'on cherche la masse d'un fil métallique, de la densité superficielle si l'on calcule la masse d'une plaque, de la densité cubique, si l'on évalue la masse d'un solide. Dans ces trois cas, nous aboutirons à une intégrale : elle sera simple, double ou triple suivant le nombre des dimensions du corps considéré.

Ce point de vue, souvent adopté depuis les travaux de M. H. Lebesgue, rattache toute opération d'intégration, quel que soit le nombre des variables, à une seule et même idée conduisant à un processus permanent pour effectuer dans une intégrale un *changement de variables*. Cette idée se laisse, en effet, facilement associer à celle de la conservation de la masse.

L'image des corps déformables nous servira pour cela de trait d'union. Etirons un corps élastique. Entre l'état naturel et l'état déformé, il existe une correspondance point par point, à

(1) Cela généralise cette proposition déjà signalée : la droite est reprtsentée par une équation du premier degré, en géométrie plane ; il en est de même pour le plan, en géométrie dans l'espace.

(1) Nous avons considéré précédemment le cas où ce contour est le rectangle *ompq*.

tout volume de l'état naturel en correspond une autre de l'état déformé, de manière que chacun d'eux enferme la même masse. Soient v_1 et v_2 deux volumes très petits qui se correspondent. La densité aura une valeur sensiblement constante ϱ_1 dans le premier, une valeur sensiblement constante ϱ_2 dans le second. Donc $\varrho_1 v_1 = \varrho_2 v_2$. Par suite, pour passer de la fonction ϱ_1 à intégrer dans le premier volume total à la fonction P_2 à intégrer dans le second, on devra multiplier P_2 par la limite du rapport $\frac{v_1}{v_2}$ de deux étendues correspondantes très petites. Nous avons employé la terminologie relative aux volumes, mais le fond de la question ne serait pas modifié s'il s'agissait d'une plaque ou d'un fil. Dans ce dernier cas, il suffirait, pour exprimer notre correspondance point par point, d'une fonction d'une variable ; le rapport local des étendues serait purement et simplement sa dérivée. Dans le cas de deux ou trois variables, ce rapport local, appelé *jacobien*, se présente donc comme une extension naturelle de la notion de dérivée.

On pourrait aller très loin dans cette voie, ou dans d'autres analogues. Mais les exemples que nous avons donnés répondent largement au but que nous nous étions assignés. Ils montrent assez clairement les services qu'on peut attendre de l'intuition en matière d'initiation mathématique.

GEORGES BOULIGAND,
Professeur à l'Université de Poitiers

L'ORIGINE DES PRIMATES

On s'est attaqué de tout temps, et surtout depuis l'éclosion des théories évolutionnistes, au problème de la parenté de l'homme ; d'innombrables travaux ont été faits sur les caractères communs à l'homme et aux singes anthropoïdes et aussi sur les relations des diverses classes de Primates entre elles. Mais il est une autre question qui n'a attiré que récemment l'attention des chercheurs, celle de l'origine des Primates, c'est-à-dire de l'homme et des singes considérés dans leur ensemble, comme un tout.

Il n'y a pas lieu d'insister sur les essais poursuivis dans cette voie qui ne reposent sur aucune base positive ; c'est ainsi, par exemple, que des auteurs comme Wortmann (1903) et Klaatsch (1904) ont prétendu que les Primates dérivent directement de Mammifères primitifs hypothétiques qu'ils appellent Promammalia. Plus justifiées sont les remarques de Huxley (1864), Winge, Hubrecht, tendant à établir un lien de parenté entre les Primates et les Insectivores. Mais c'est incontestablement à W.-K. Gregory que revient le mérite d'avoir suggéré une affinité des Primates avec les Insectivores du groupe de Menotyphla ; il a personnellement étudié la dentition et le squelette de ces animaux en 1910 (1), 1913 (2), 1916 (3), 1921 (4) et utilisé les recherches de quelques prédécesseurs, telles celles de Doran (5) sur les osselets de l'oreille et celles de Kaudern (6) sur la musculature abdominale. Ses conclusions furent confirmées et complétées en ce qui regarde la morphologie du cerveau par G. Elliot Smith (7 et 8).

Malheureusement, les travaux de Gregory, d'une importance capitale, manquent souvent de clarté et sont d'une lecture difficile, qui a beaucoup nui à leur diffusion : je me propose d'en donner ici un résumé critique.

***

Pour supputer l'origine d'un groupe zoologique nous pouvons utiliser les données de l'embryologie, de la paléontologie et de l'anatomie comparée. Pour les Primates, les deux premières ne nous sont que d'un faible secours, le développement étant en somme très homogène dans tous les Mammifères et les Primates fossiles étant rares ; il ne nous reste que l'anatomie comparée ; mais si les faits qu'elle nous apporte sont très nombreux, leur interprétation est souvent délicate, car, ne sachant pas exactement où s'arrête l'action du milieu, nous ne pouvons pas toujours faire la discrimination entre un phénomène de convergence et une véritable affinité zoologique profonde. C'est pourquoi, pour les Primates en particulier, les auteurs ont étudié surtout à ce point de vue des caractères, comme ceux des orifices du crâne, de l'organe de Jacobson, du cerveau, etc., qui semblent à

(1) W. K. GREGORY. Genetic relation of the Mammalian orders. *Bull. Amer. Mus. nat. Hist.*, 1910.

(2) *Id.* On the relations of the eocene Lemur, Notharctus, to the Adapidae and other Primates. *Bull .Geol. Ass. Amer.* 1913 et 1915.

(3) *Id.* Studies on the evolution of Primates. *Bull. Amer. Mus. nat. Hist.*, 1916.

(4) *Id.* The origin and evolution of the human dentition. *The Journ. of dental research.*, 1920-1921.

(5) DORAN. The mammalian ossicula auditus. *Trans. Linn. Soc. London*, 1879.

(6) KAUDERN. Ueber einige Aehnlichkeiten zwischen Tupaya und den Halbaffen. *Anat. Anzeiger* Bd. XXXVII. 1910.

(7) ELLIOT SMITH. Notes on the brain of Macroscelides and other insectivores. *Journ. Linn. Soc.*, 1902.

(8) *Id.* The evolution of man. Essays *Oxford. University Press*, 2e édition, 1924.

peu près indépendants du milieu et du mode de vie, et peu insisté au contraire sur ceux, tels les particularités des extrémités, du squelette des membres, de la dentition, du tube digestif, qui sont liées directement à la vie arboricole dont l'influence domine presque toute l'anatomie des Primates.

Outre cette adaptation à l'arboricolisme, il ne faut pas négliger le fait que, à bien des égards, les Primates sont des animaux primitifs, possédant par exemple des membres pentadactyles et plantigrades, une clavicule, un os central au carpe, des molaires peu spécialisées, etc. Il faut cependant signaler aussi qu'ils sont nettement plus évolués que les autres Mammifères au point de vue cérébral, leur cerveau est très volumineux et parmi les plus compliqués.

Le problème consiste donc à voir si les Insectivores menotyphla possèdent une amorce des caractères suivants : animaux primitifs, arboricoles et évolués dans le sens de l'intellectualité et, de plus, des dispositions anatomiques communes avec les Primates le plus indépendants possible de l'action du milieu et du mode de vie.

*
* *

La classification des Insectivores est difficile à établir car ils possèdent des adaptations très variées qui viennent souvent cacher la parenté réelle. La meilleure paraît être celle de Haeckel (1866) qui distingue des Insectivores menotyphla, possédant un cæcum, et des Insectivores lipotyphla qui en sont dépourvus.

Les Menotyphla peuvent être divisés à leur tour en deux familles, de mode de vie et d'habitat différents : les Tupaiidés, grimpeurs et vivant en Indo-Malaisie, les Macroscélides, sauteurs et uniquement africains.

Les Tupaiidés sont de petits Insectivores, à aspect d'écureuil, qui vivent dans les arbres et sont plutôt frugivores qu'insectivores stricts ; ils comprennent le genre Tupaia (fig. 46) auquel les Anglais donnent le nom suggestif de Tree-shrew (Musaraigne des arbres) et le genre Ptilocercus (fig. 47) caractérisé par une queue garnie, sur son dernier tiers, de poils disposés latéralement.

Dans les genres de la seconde famille, les Macroscélides, le port général est celui des Gerboises ; possédant des membres postérieurs très longs, ils ne sont pas sans rappeler aussi les Perameles dans le groupe des Marsupiaux. Ils ont tous un museau allongé et flexible qui constitue une sorte de petite trompe. On peut citer surtout le Macroscélide type (fig. 48) du Cap de Bonne-Espérance, le Macroscélide de Rozet, plus petit, et qui vit sur les rocailles dans le sud algérien, le Petrodromus, du Mozambique, de plus grande taille et auquel le développement de sa trompe lui a fait donner le nom de Musaraigne éléphant, enfin, le Rhynchocyon, le plus gros de tous et qui habite le Zambèze et le Mozambique.

On doit ajouter à cette liste un genre fossile, Entomolestes, trouvé dans l'Eocène inférieur du nord de l'Amérique

*
* *

L'examen extérieur des Menotyphla, en particulier de leurs membres, conduit aux résultats suivants.

Les Tupaia vivant dans les arbres, présentent un début d'adaptation à la vie arboricole ; Gregory a signalé qu'il existe chez eux une divergence nette du gros orteil et une opposabilité un peu moins marquée du pouce ; de plus, leurs surfaces plantaires et palmaires sont garnies de coussinets larges et presque confluents

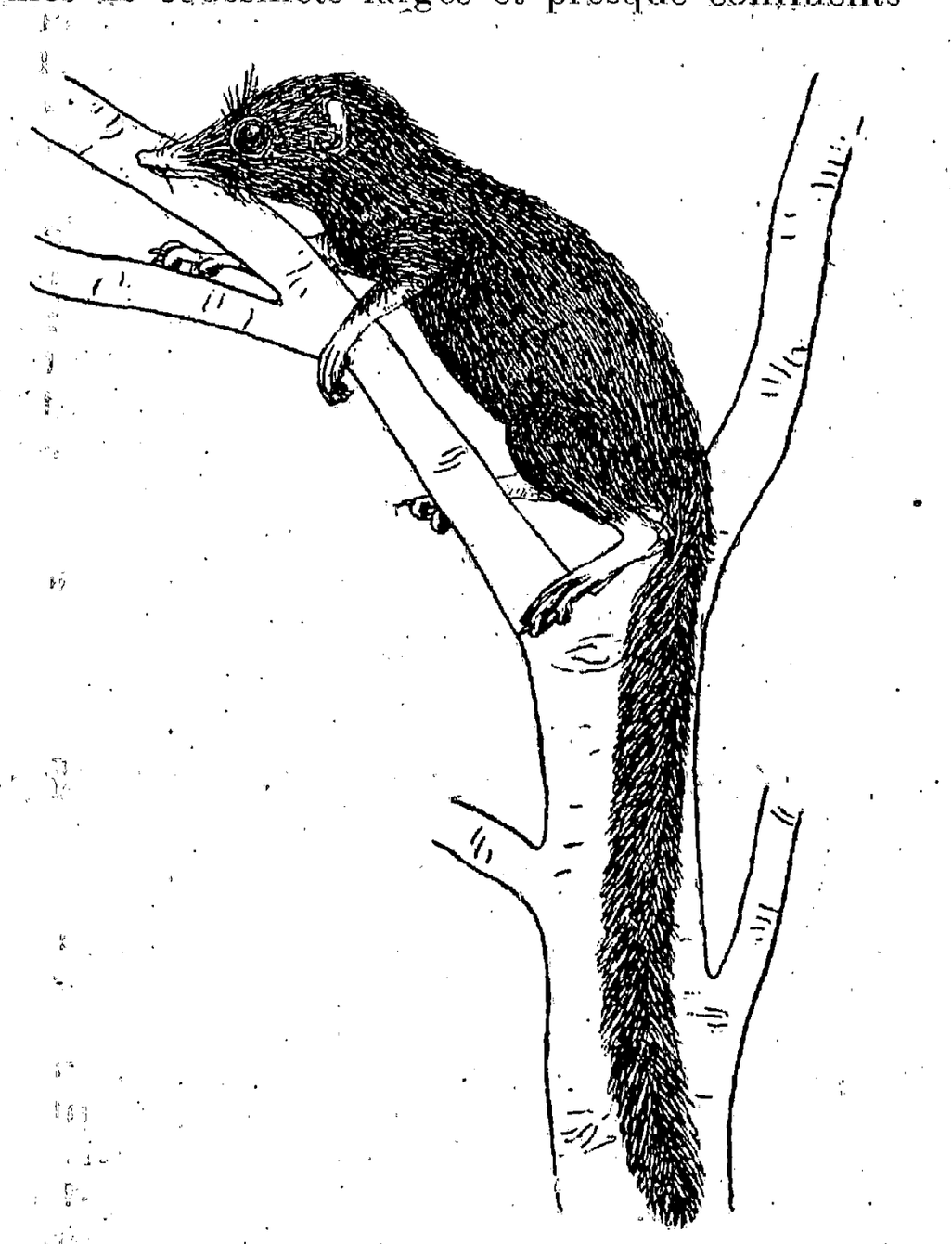


Fig. 16. — *Tupaia ferruginea* Raffl.

qui permettent une meilleure adhérence aux branches, leurs doigts sont munis de griffes peu acérées. Pour réaliser une extrémité de Primate il faudrait seulement une augmentation de l'opposabilité du premier rayon à la main et au pied, la confluence des coussinets et la transformation de griffes peu caractérisées en ongles.

Les Macroscélides, au contraire, ne possèdent aucune amorce d'adaptation arboricole, leurs membres postérieurs, très longs, sont nettement adaptés au saut ; il y a même de plus, chez cer-

taines espèces, réduction du nombre de doigts, c'est ainsi que le *Petrodromus tetradactylus* Pet. a bien encore cinq rayons, dont le premier est réduit, à la main, mais seulement quatre au membre postérieur et que le *Rhynchocyon cirnei* Pet. n'en a que quatre aux deux membres.

***

La plupart des auteurs ont attribué aux caractères de la dentition une importance prépondérante dans l'établissement des affinités des groupes, cela s'explique surtout par le fait que, pour les animaux fossiles, les dents sont les organes qui sont le mieux conservés, souvent même les seuls qui nous soient parvenus. Il faut réagir contre cette tendance, car la dentition étant liée de toute évidence et directement au régime, et par conséquent au mode de vie, nous renseigne surtout sur celui-ci et peu sur les affinités zoologiques. Les Menotyphla possèdent les formules dentaires suivantes :

Tupaia et Ptilocercus..	i	2/3	c	1/1	p	3/3	m	3/3
Macroscelide.....	i	3/3	c	1/1	p	4/4	m	2/3
Rhynchocyon	i	1/3	c	1/1	p	4/4	m	2/2
Petrodromus	i	3/3	c	1/1	p	4/4	m	2/2

Par le grand nombre de dents qu'elles comportent ces formules sont celles d'animaux très primitifs, elles sont voisines de celle qu'on considère comme la plus ancienne, c'est-à-dire :

$$i\ \frac{3}{3}\quad c\ \frac{1}{1}\quad p\ \frac{4}{4}\quad m\ \frac{3}{3}$$

De plus, chez tous, les prémolaires et les molaires ont presque les mêmes caractères et les mêmes dimensions (fig. 49, 50, 51) ; toutes les dents, enfin, ont des cuspides très pointues, seul le Ptilocercus (fig. 50) présente une légère tendance à la bunodontie. En somme, par leur dentition les Menotyphla sont très nettement des Insectivores typiques, l'étude des dents n'est d'aucun secours quant à la solution du problème posé ; le crâne, au contraire, va nous fournir des données importantes.

La plus nette est tirée de l'étude de l'orbite. Dans les Insectivores lipotyphla celui-ci est complètement ouvert, chez les Menotyphla de la famille des Macroscélidés (fig. 51) il existe déjà un processus malaire et un processus frontal qui se dirigent l'un vers l'autre sans s'atteindre, l'orbite n'est pas encore fermé ; il l'est tout à fait dans la famille des Tupaiidés (fig. 49 et 50) les deux processus se rejoignant, le cercle orbitaire est complet, or l'on sait que ce caractère existe chez tous les Primates. Comme chez les Lémuriens, la fosse orbitaire des Tupaia communique d'ailleurs encore largement avec la fosse temporale, la séparation des deux fosses ne sera complète que chez le Tarsier, les Singes et l'Homme.

Les rapports du crâne et de la face sont différents dans les Insectivores lipotyphla et les Insectivores menotyphla ; chez les premiers, la face est prépondérante, chez les seconds, au contraire, le crâne s'arrondit et se raccourcit tandis que la face diminue d'importance ; par ce seul fait nous voyons que le cerveau des Menotyphla occupe une plus grande place que dans les autres Insectivores, indice d'une activité cérébrale plus proche de celle des Primates où cette réduction de la face sera encore plus marquée.

L'examen des trous du crâne a procuré à Gregory les arguments suivants. Le foramen malaire n'existe pas encore chez les Macroscélides, puisque, chez eux, l'orbite n'est pas fermé, il apparaît dans les Tupaia où il est très grand, il existe aussi dans le Ptilocercus, mais il est déjà plus petit, à peu près comme chez les Lémuriens ; cette réduction du foramen malaire, indice probable d'une fermeture plus ancienne de l'orbite, sera encore plus marquée chez les vrais singes et l'homme. Le foramen lacrymal est situé à la marge de l'orbite ou très légèrement en dehors de celui-ci chez les Tupaia, comme chez le Tarsier et les Lémuriens, il est déjà à l'intérieur de l'orbite chez les Macroscélides comme il le sera chez les singes et l'homme. Le foramen optique, enfin, est intéressant à considérer chez les Macroscélides ; chez eux, en effet, cet orifice est grand et il n'est que très légèrement séparé de la fente sphénoïdale ; or ce caractère existe chez tous les Marsupiaux, le crâne des Macroscélides présente d'ailleurs avec celui des Métathériens d'autres points communs : solutions de continuité palatines très étendues et vomer portant des ailes postéro-latérales très grandes.

L'étude de l'oreille, surtout de l'oreille moyenne et de l'oreille interne, poursuivie chez les Menotyphla par Doran (1), a une grande importance phylogénique. L'oreille des Tupaia diffère complètement de celle des autres Insectivores ; elle présente une bulle tympanique formée par l'agrandissement de l'entotympanique (rocher), un tympanique en forme d'anneau et un marteau avec des crura droits, tous caractères présents, mais un peu modifiés, chez les Primates et absents chez les Insectivores. Cette oreille est très voisine en particulier de celle des Lémuriens et de celle de certains Singes

(1) Doran. *Loc. cit.*

(Hapale, Midas). La bulle et le tympanique des Macroscélides ont aussi les mêmes caractères que chez les Tupaia, mais le marteau a un aspect très particulier, car, il possède un processus gracile pénétrant dans la fissure de Glasser, ses crura sont droits comme ceux des Tupaia.

Les vertèbres se répartissent de la façon suivante chez les menotyphla :

Tupaia	C-7; D-13; L-6; S-3; Cd-26.
Macroscelides ...	C-7; D-13; L-7; S-3; Cd-26.
Rhynchocyon ...	C-7; D-13; L-8; S-3; Cd-28.

Il faut noter dans ces formules le grand nombre des vertèbres dorsales qui est un caractère considéré comme primitif.

La direction des apophyses épineuses est liée directement aux attitudes normales des animaux ; Broca et Topinard l'ont étudié chez les Primates, et récemment Wood Jones (1) a repris ces recherches et les a étendues aux Menotyphla. Les animaux quadrupèdes et lourds présentent des apophyses épineuses dirigées toutes vers l'arrière ; chez les quadrupèdes qui peuvent sauter ou bondir, une plus grande souplesse de la colonne vertébrale est nécessaire, les apophyses épineuses des vertèbres cervicales, dorsales et lombaires sont encore rétroversées, mais celles des vertèbres sacrées sont antéversées, c'est le cas, par exemple, de beaucoup de Carnassiers et de la plupart des Insectivores. Cette différence d'inclinaison augmente chez les animaux arboricoles, les vertèbres antérieures sont encore rétroversées, mais seulement jusqu'à la dernière côte environ, aux vertèbres dorsales ré-rétroversées fait suite une vertèbre anticlinale, c'est-à-dire dont l'apophyse épineuse est perpendiculaire à l'axe de la colonne vertébrale, puis des vertèbres antéversées ; plus l'arboricolisme est marqué, plus le lieu de la vertèbre anticlinale progresse vers la région antérieure. Or, cette disposition, qui existe chez les Lémuriens, les Cercopithèques, les Semnopithèques, est présente aussi chez les Tupaia (fig. 49) qui sont, comme les Primates, des animaux arboricoles. L'évolution des apophyses épineuses se poursuit d'ailleurs chez les grand Anthropoïdes et chez l'Homme ; pour ce dernier, l'établissement d'une station verticale prépondérante vient masquer l'adaptation primitive arboricole par une rétroversion secondaire des vertèbres dorso-lombaires et sacrées.

On trouve un certain nombre de caractères primitifs dans les ceintures et les membres des Menotyphla, sans parler de la clavicule, qu'ils possèdent comme les Primates et aussi tous les Insectivores à l'exception du Potamogale, ils ont en effet un foramen entépicondylien à l'humérus comme le Tarsier, les Lémuriens, beaucoup de Platyrrhiniens et un certain nombre d'Insectivores lipotyphla, un os central au carpe et un troisième trochanter au fémur. Associés à ces caractères primitifs, les Tupaias présentent, comme les Primates, des dispositions liées à la vie arboricole : simplicité des membres, radius et cubitus libres, tibia et péroné libres, pouce et orteil opposables. Les Macroscélides sont, au contraire, modifiés nettement dans le sens de l'adaptation au saut, radius et cubitus soudés, péroné et tibia soudés à l'extrémité distale et plus longs que le fémur, tarse très allongé,

Fig. 47. — *Ptilocercus lowii* Gray.

doigts rapprochés et ayant tendance à diminuer de nombre, tous ces caractères existent chez les autres Mammifères sauteurs, Tarsier, Gerboise, Perameles, par exemple.

*
* *

Le cœcum est le seul organe digestif des Menotyphla qui retiendra notre attention. D'après la définition de Haeckel ils devraient tous posséder, comme l'ensemble des Primates et contrairement aux autres Insectivores, un cœcum bien développé, or il n'est pas bien établi qu'il en soit ainsi. Si, en effet, on a décrit un cæcum, conique et émoussé, chez le *Tupaia belangeri* Wagn. (Garrod) (1) et le *Tupaia splendidula* Gray (Garrod), et un cœcum long et sacciforme, qui n'est pas sans rappeler celui de certains Marsupiaux, chez les Macroscélides (Mitchell) (2), on n'en a trouvé aucune trace

(1) F. Wood-Jones. Arboreal Man. *London*, 1916.

(1) Garrod. Notes on the visceral anatomy of Tupaia of Burmach (*T. belangeri*) *Proc. Zool. Soc.*, 1879.

(2) C. Mitchell. On the intestinal tract of Mammals *Trans. Zool. Soc.*, 1916.

chez le *Tupaia tana* Raffles (Garrod) et le *Tupaia ferruginea* Raffles (Chapmann) (1) et même chez le *Tupaia belangeri* Wagn. d'après Dobson et Leche. Il y a là une question à reprendre, car les documents donnés par les auteurs manquent de précision ; l'observation n'est pas d'ailleurs si facile qu'elle le paraît ; à propos de l'appendice des singes, H. Neuville (2) a bien montré les précautions qu'il est indispensable de prendre pour aboutir à une constatation valable. Il se peut, de plus, que le cœcum de certains Menotyphla soit, comme l'appendice temporaire des Cercopithécidés (H. Neuville), un organe qui se présente sous des aspects fort différents suivant les états digestifs. A rigoureusement parler, les Menotyphla ne méritent donc pas leur nom ; on peut cependant conserver le

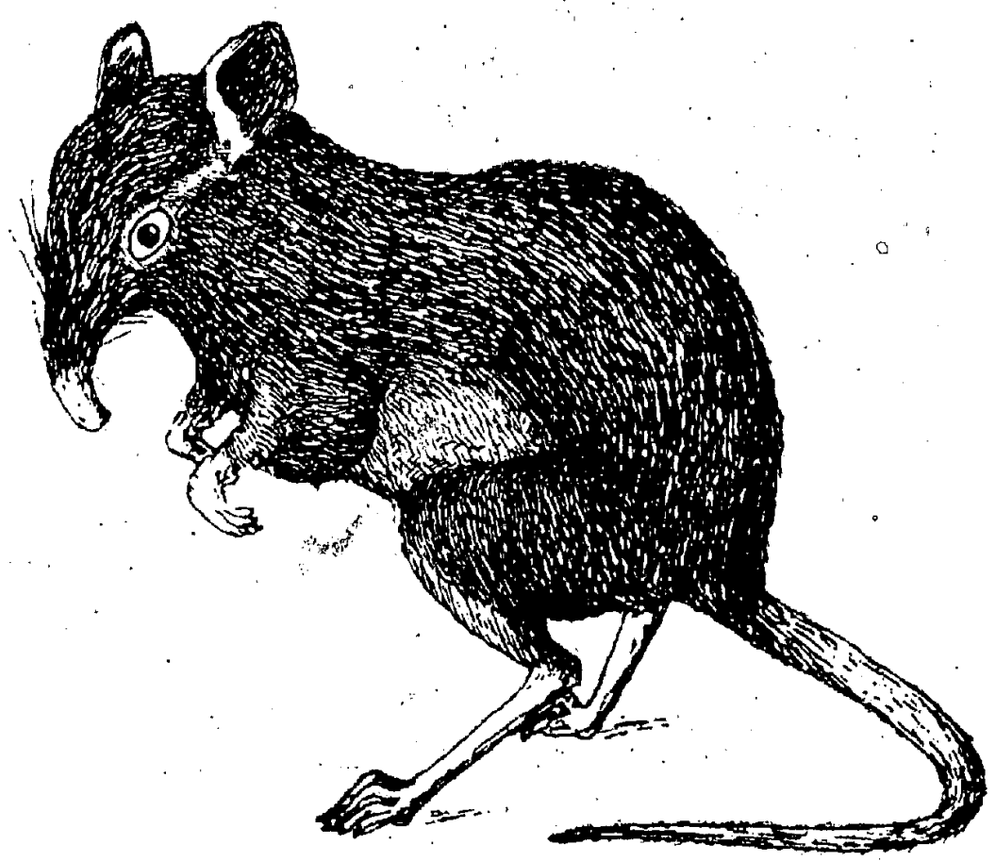


Fig. 48. — *Macroscelides typus* A. Smith.

terme donné par Haeckel, car, en plus du caractère discutable du cœcum, les Tupaia et les Macroscélides présentent un très grand nombre de caractères communs les différenciant des autres Insectivores.

*
* *

L'appareil reproducteur des Menotyphla présente quelques caractères importants au point de vue phylogénique. Chez beaucoup d'Insectivores, comme le Centetes, l'Erinaceus, les testicules restent abdominaux ; il en est de même chez les Macroscélides où, de plus, les testicules sont accolés aux reins, c'est là un caractère doublement primitif. Les Tupaia sont au contraire beaucoup plus évolués, leurs testicules subissent au cours du développement une descente permanente ; ils ne sont cependant pas encore contenus dans un scrotum post-pénien comme chez les Primates, mais dans un scrotum antépénien comme celui des Marsupiaux ; en ce qui concerne l'appareil mâle, les Tupaia, quoique nettement primitifs, se rapprochent plus des Primates que des autres Insectivores.

L'utérus des Tupaia et des Macroscélides est bicorne comme celui des Insectivores lipotyphla, mais le corps médian est si court que les deux cornes sont presque entièrement séparées ; leur placenta est discoïde et decidue comme chez les Singes et chez l'Homme.

La plupart des Insectivores terrestres ont à chaque portée un grand nombre de petits (Centetes 20, Hérisson 4 à 9, Taupe 3 à 5, etc.). Wood Jones (1) a fait remarquer que l'arboricolisme doit entraîner une réduction du nombre de petits, car la vie dans les arbres est peu sûre et entraîne des déplacements incompatibles avec une nombreuse portée ; en fait, le Tupaia, comme la généralité des Primates, n'a que deux petits à la fois, petits qui naissent bien développés et que la mère garde pendant quelque temps dans un nid rudimentaire. En rapport avec cette réduction du nombre de petits il se produit une diminution du nombre de mamelles ; élevé dans les Insectivores lipotyphla, il tombe à deux paires seulement chez le Tupaia, paires qui sont toutes deux abdominales. Nous manquons encore de données précises sur le nombre et le caractère des petits chez les Macroscélides.

*
* *

A priori, l'étude du cerveau des Menotyphla semble devoir être peu instructive, ces animaux, étant de petite taille, ont un petit cerveau et, par suite, un cerveau peu plissé ; nous allons voir cependant que les données relatives à leur poids cérébral, à leur topographie télencéphalique superficielle, aux caractères de leurs commissures sont extrêmement intéressantes.

Dans leur ensemble, les Insectivores suivent la loi générale : dans un même groupe, les animaux de petite taille ont un poids relatif de leur cerveau plus élevé ; cependant, dans cette sériation, les Tupaia occupent un rang supérieur à celui qu'ils devraient avoir uniquement d'après leur poids somatique ; il en est de même si l'on considère le coefficient de céphalisation de Dubois, celui-ci, qui est de 0,12 chez le Hérisson par exemple, atteint déjà 0,19 chez le *Tupaia minor* Gunth, se rapprochant ainsi de celui des Primates.

(1) H. C. Chapmann. Observations on Tupaia wth reflect on the origin of Primates. *Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphie*, 1904.

(2) H. Neuville. Signification de l'appendice vermiculaire des Primates. *L'Anthropologie*, 1922.

(1) F. Wood-Jones. *Loco citato*.

La suite des cerveaux représentés dans la fig. 53, d'après les dessins d'Elliot Smith, permet de suivre les modifications de leur forme. Chez un Macroscélide, l'encéphale est allongé comme chez un Insectivore lipotyphla, tel le Hérisson par exemple ; chez un Tupaia le cerveau est déjà beaucoup plus arrondi et plus étendu vers la partie postérieure, ce qui fait que, en vue supérieure, les tubercles quadrijumeaux ne sont pas visibles comme ils l'étaient chez les Macroscélides (fig. 52); cette tendance à la forme subsphérique s'accentue chez les Primates, pour atteindre son maximum chez l'Homme.

Les parties figurées en noir représentent le rhinencéphale, c'est-à-dire l'écorce olfactive du

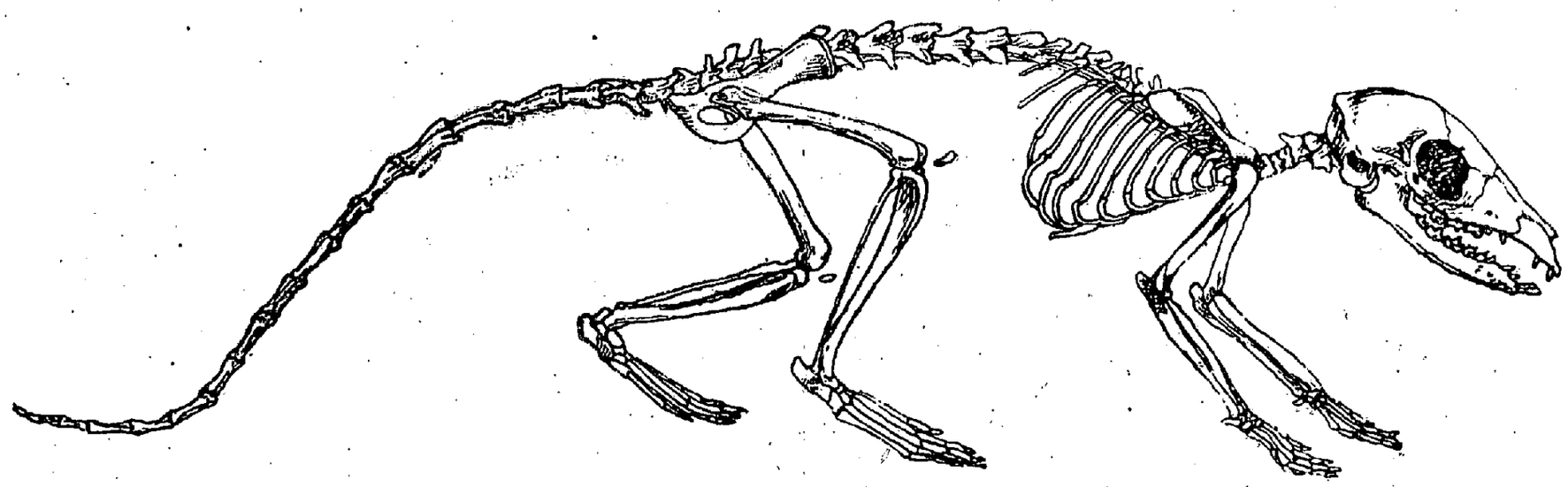


Fig. 49. — Squelette de *Tupaia ferruginea* Raffl., d'après de Blainville.

cerveau, dont la limite est marquée par les scissures rhinales (voir aussi fig. 52) ; il est manifestement visible que ce rhinencéphale, encore très important chez les Macroscélides comme chez les autres Insectivores, subit une réduction marquée chez les Tupaia, cette régression s'accentue chez les Primates inférieurs, tels le Tarsier, et atteint son maximum chez les Anthropoïdes et l'Homme. Si on considère, au contraire, la partie visuelle du cerveau, reconnaissable comme l'on sait à la strie de Gennari et représentée en pointillé sur la fig. 53, on assiste à une augmentation régulière de cette zone, au fur et à mesure que le sens olfactif diminue, la vision se perfectionne ; peu étendue chez le Macroscélide, l'aire visuelle est nettement plus considérable chez le Tupaia, pour augmenter encore légèrement chez les Primates. Ce double phénomène, réduction de l'olfaction, augmentation des facultés visuelles, est lié, pour Elliot Smith et Wood Jones, à la vie arboricole, l'animal n'ayant plus à flairer ses proies mais à les apercevoir de loin ; il s'ajouterait d'ailleurs à ces phénomènes une plus grande agilité et une plus grande vitesse de mouvement entraînant un perfectionnement du cortex moteur ; pour ces auteurs il y aurait là la clé du perfectionnement du cerveau des Primates. Quoiqu'il en soit, il reste un fait certain et de première importance, c'est que, examiné sur ses faces latérales, le cerveau des Macroscélides est encore un cerveau d'Insectivore, tandis que celui des Tupaia se rapproche nettement de celui des Primates.

L'étude des commissures va nous fournir des faits inattendus chez les Macroscélides (1). On voit, en effet, sur une coupe mésiale d'un cerveau de *Macroscelides proboscideus* Shaw (figure 54) très près de la surface externe, un corps calleux, très mince, allongé, et qui ne se continue pas directement avec le psalterium, celui-ci, isolé, est situé beaucoup plus bas et n'a, de plus, pas du tout la forme qu'il affecte chez les Mammifères, il a l'aspect d'un croissant à concavité antérieure, or cet aspect est très exactement celui de la commissure hippocampienne, uniquement rhinencéphalique, des Marsupiaux ; enfin, à la partie inférieure, il existe une commissure ventrale ou antérieure assez considérable. Il résulte de tout ceci que les Ma-

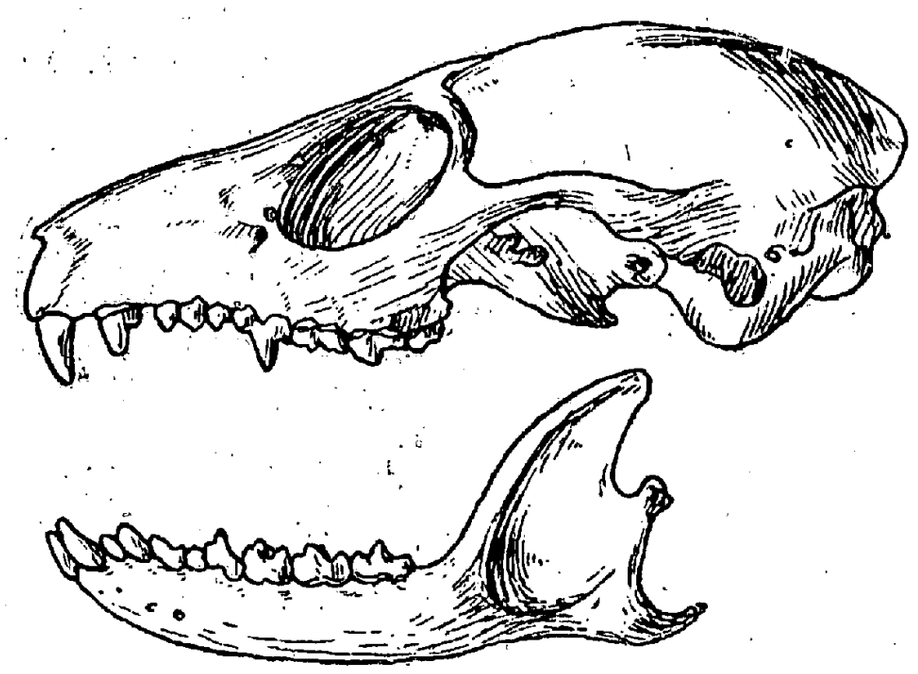


Fig. 50. — Crâne de *Ptilocercus lowii* Gray, d'après Gregory.

croscélides possèdent à la fois, quant aux commissures, des caractères d'Euthériens (corps calleux) et, au moins en apparence, des caractères de Marsupiaux (psalterium en croissant).

(1) Elliot Smith. Notes on the brain of Macroscelides and other insectivores. *Journ. Linn. Soc.*, 1902.

Le Tupaia rentre au contraire à ce point de vue dans le type normal des Euthériens, il présente (fig. 55), comme l'a montré Legros Clark (1), une commissure dorsale en forme de V dont la partie supérieure constitue un corps calleux et la partie inférieure un psalterium, et, une petite commissure ventrale ou antérieure. De plus. ces commissures sont plus évoluées, plus proches de celles des Primates que celles des autres Insectivores, car le corps calleux et

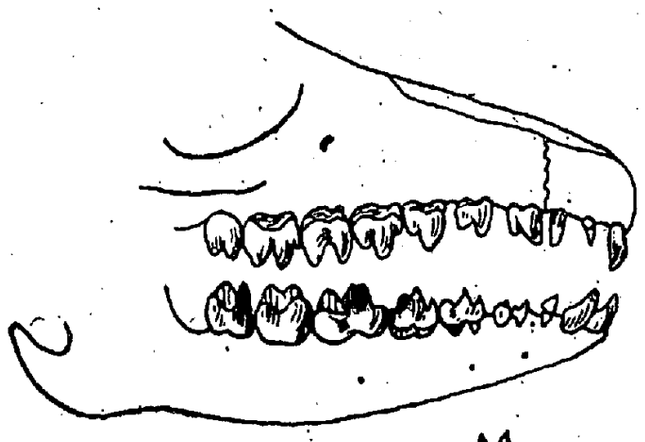


Fig. 51. — Crâne de Macroscelide de Rozet et de Rhynchocyon, d'après Gervais.

le psalterium dessinent un V beaucoup plus allongé que dans les Insectivores lipotyphla, la commissure ventrale est au contraire plus réduite que chez le Hérisson, par exemple, la réduction étant proche de celle qu'elle atteint chez les Primates.

*
* *

L'organe de Jacobson a été étudié chez les Macroscélides par Broom (2), il présente chez eux des particularités au point de vue de la forme du cartilage de soutien et de la vascularisation qui existent aussi chez les Marsupiaux. Il n'est pas connu chez les Tupaia ; on sait d'ailleurs que cet organe est très regressé chez les Primates.

*
* *

Les conclusions qu'on peut tirer de l'anatomie comparée au point de vue de l'origine des Primates sont en somme assez nettes. Je rappelais plus haut que les Primates sont des animaux primitifs à beaucoup d'égards, arboricoles, et particulièrement évolués vers l'intellectualité, or tous ces caractères existent, à un degré moindre évidemment, surtout pour les deux derniers, chez les Insectivores menotyphla de la famille des Tupaiidés, eux seuls peuvent être considérés suivant l'expression imagée d'Elliot Smith comme les humbles cousins des aristocratiques Primates. Pour les Macroscélides, le problème est tout différent et il me semble que l'opinion de Gregory à leur égard est discutable ; nous avons vu, en effet, pour presque

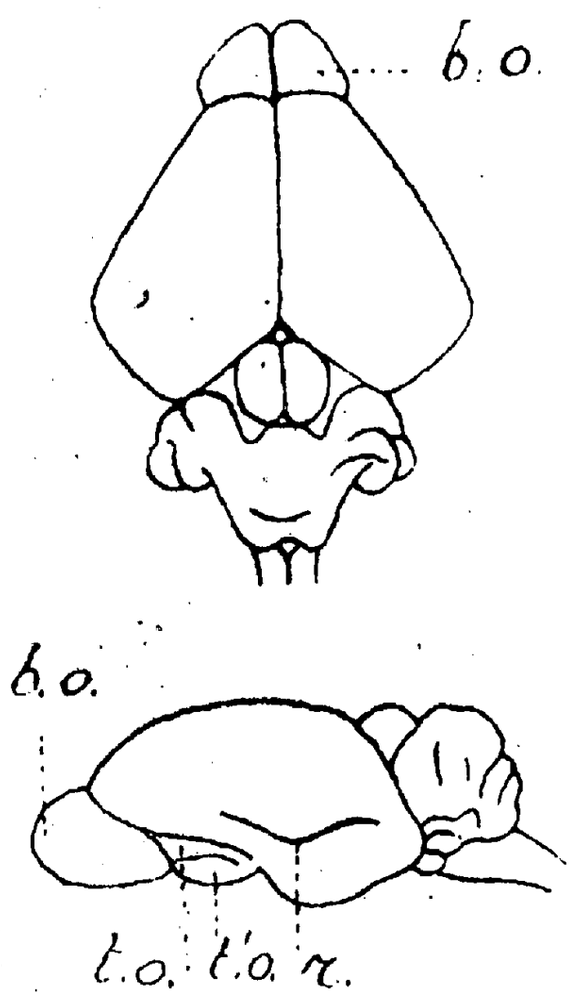


Fig. 52. — Encéphale de *Macroscelides proboscideus* Shaw, d'après Elliot-Smith.

b.o. bulbe olfactif ; *t.o.* tractus olfactif ; *t'.o.* tubercule olfactif *r.* rhinale.

tous leurs organes une affinité très nette entre eux et les Marsupiaux, ils ont d'autre part assez de caractères communs avec les Tupaiidés pour justifier la réunion de ces deux familles dans un même groupe, les Menotyphla ; ils n'ont donc, à mon avis, qu'une parenté éloignée, par l'intermédiaire des Tupaiidés, avec les Primates ; les conclusions de Gregory me paraissent devoir être restreintes aux seuls Tupaiidés et ne pas pouvoir s'étendre aux Menotyphla tout en-

(1) Legros-Clark. W. E. On the brain of the Tree-Shrew. *Proced. Zool. Soc.*, 1924.

(2) Broom. On the organ of Jacobson in the Elephant Shrew. (*Macroscelides proboscideus* Shaw). *Proc. Zoo Soc.*, 1902.

tiers. Il faut remarquer d'ailleurs que beaucoup de caractères communs aux Primates et aux Tupaiidés sont liés à la vie arboricole de ces deux groupes, et par conséquent peu démonstratifs au point de vue phylogénique, mais d'autres caractères qui nous paraissent indépendants des conditions de vie nous permettent cependant d'établir leur parenté probable.

La paléontologie ne nous a apporté jusqu'ici qu'un faible secours ; Matthew, en 1909 (1), a bien trouvé dans l'Eocène du Nord de l'Amérique une mâchoire ressemblant à celle d'un Tupaia (voir aussi Gregory) (2), mais plus primitive, qu'il a rapporté à un genre, Entomolestes, et dans la même couche quelques ossements d'un véritable petit Lémurien, le Notharctus, à cerveau et bulle auditive petite, assez proche de l'Entomolestes ; les documents sont malheureusement incomplets et les conclusions reposant surtout sur les dents sont discutables pour le motif que nous avons donné plus haut. Il faut espérer qu'un coup de pioche heureux viendra, comme le disait Gaudry pour les Ongulés, nous apporter un jour l'indiscutable chaînon entre les Tupaiidés et les Primates.

*
* *

Une remarque d'ordre général s'impose ; plus nos connaissances s'approfondissent, plus le problème phylogénique nous apparaît complexe et plus inexacts aussi les schémas que nous essayons d'établir. Lors de la naissance des théories évolutionnistes il semblait qu'on puisse arriver à classer les êtres suivant une ligne simple, sorte d'échelle partant d'êtres primitifs pour aboutir à des êtres plus évolués ; cette notion d'échelle zoologique fit vite place à celle d'arbres généalogiques de plus en plus compliqués, arbres qui devenaient de véritables broussailles, mais dont les troncs de plus en plus courts restaient à peu près parallèles, comme l'a fait récemment remarquer Vialleton (1). C'est plutôt, je crois, une figure dans l'espace qui rendrait compte des affinités multiples des

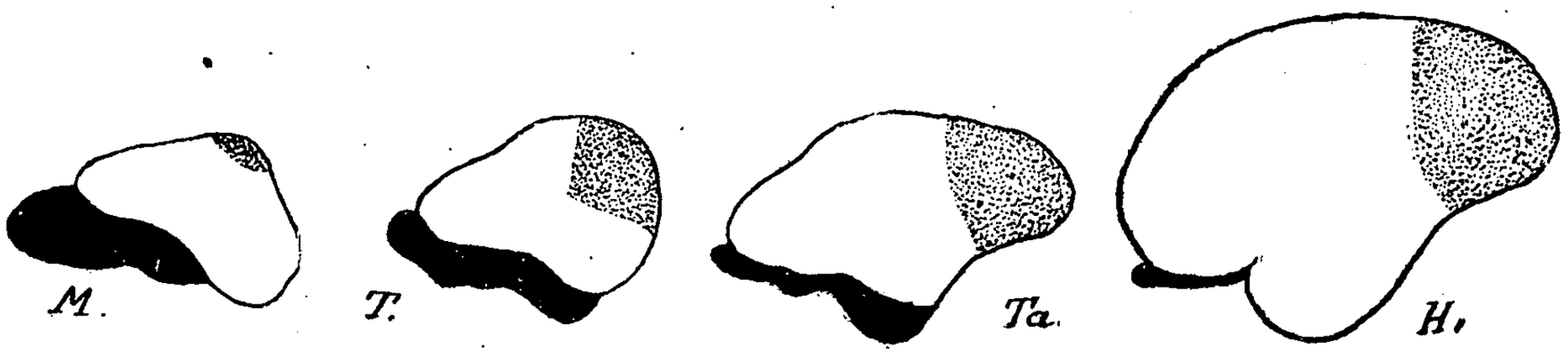


Fig. 53. — Cerveaux de Macroscelide, Tupaia, Tarsier, Hapale, d'après Elliot-Smith (simplifié) ; en noir le rhinencéphale, en pointillé l'aire visuelle.

groupes, un polyèdre, dont les plans représenteraient les ordres, et les arêtes les groupes de

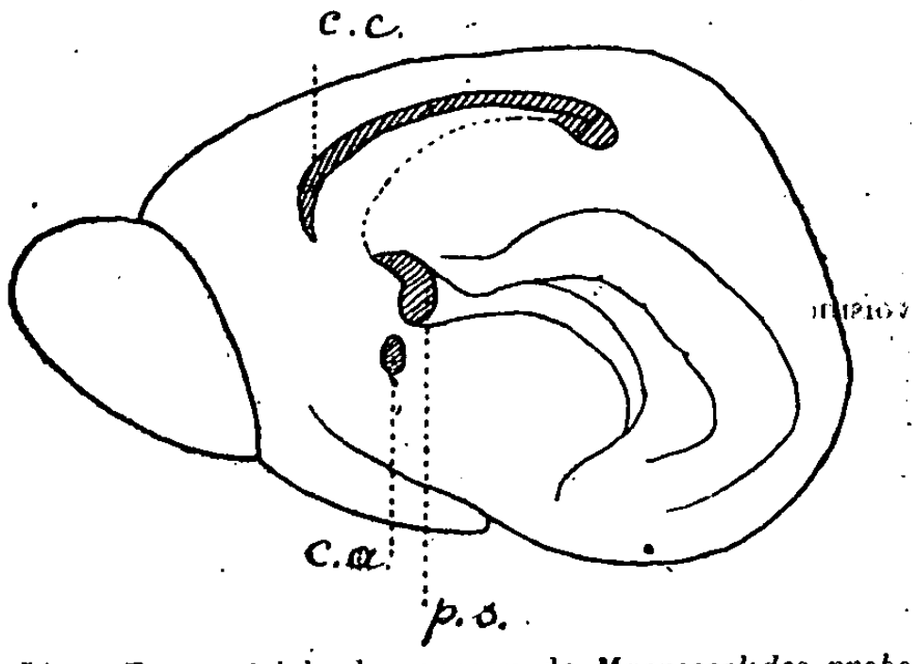


Fig. 54. — Face mésiale du cerveau de *Macroscelides proboscideus* Shaw d'après Elliot-Smith ; *c.a.* commissure antérieure ou ventrale ; *c.c.* corps calleux ; *p.s* psallérium.

transition ; nous aurions ainsi, par exemple, parmi les faces de ce polyèdre, trois plans

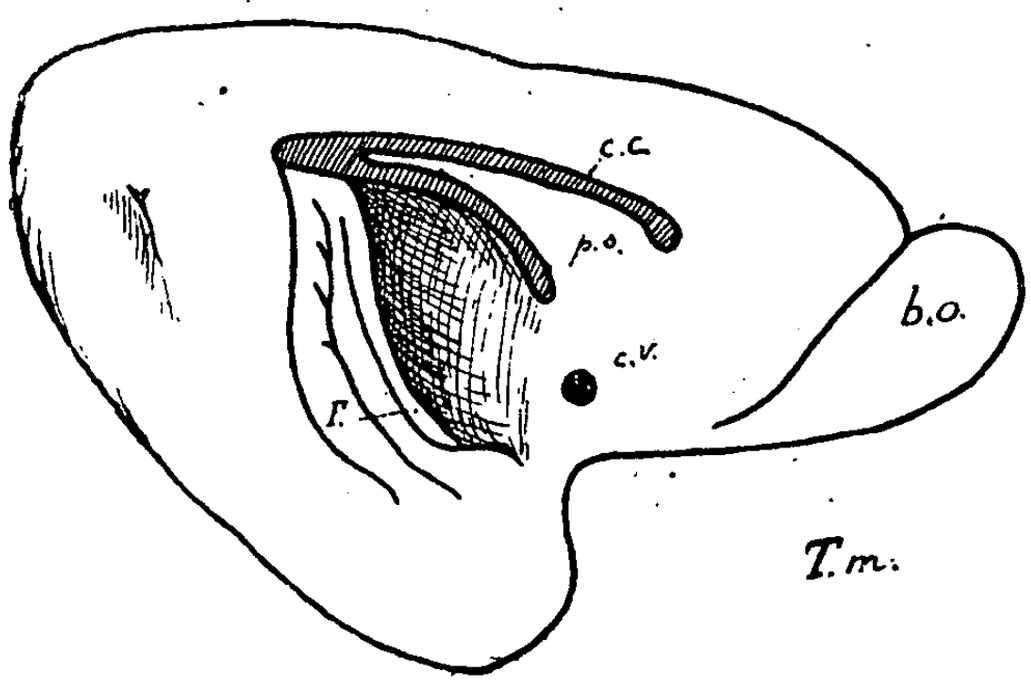


Fig. 55. — Face mésiale du cerveau de *Tupaia minor* Gunth d'après Legros-Clark.
b.o. bulbe olfactif ; *c.c.* corps calleux ; *c.v.* commissure ventrale ou antérieure ; *F.* fornix ; *p.s.* psaltérium.

(1) Matthew W. D. et Granger W. A. Revision of the Lower Eocene Wasatch and Wind River Faune Primates. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* XXXIV, 1915.

(2) Gregory. *Loc. cit.*

(1) Vialleton. Les arbres généalogiques et leur signification. *C. R. Assoc. des Anatomistes*, 1926.

adjacents, un pour les Primates, un pour les Insectivores, un pour les Marsupiaux, l'arête séparant les premiers des seconds représenterait les Tupaiidés, l'arête séparant les seconds des troisièmes représenterait les Macroscélides, la jonction des deux arêtes au sommet du trièdre indiquerait l'existence entre les deux familles de caractères communs. Un tel schéma, qui ne serait pas sans rappeler un peu ceux de la stéréochimie, rendrait mieux compte de la complexité des faits que les arbres généalogiques établis jusqu'ici.

F. Coupin,
Docteur ès-sciences.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

La vitesse de rotation de la Terre est-elle constante ? — La confiance que les astronomes avaient dans l'uniformité de la durée de rotation de la Terre en a fait notre mesure du temps. Mais cette confiance commence à être ébranlée. Le Prof. E.-W. Brown dans une note à la National Academy of Sciences de Washington (juin 1926) nous résume les raisons qui laissent croire à des irrégularités ; les principales proviennent des anomalies du mouvement de la Lune.

Depuis l'époque où Kepler et Galilée ont montré que par la mesure des distances de la Lune aux étoiles les plus voisines, on pouvait déterminer les longitudes terrestres, si la marche de la Lune au milieu des étoiles était parfaitement connue, les observations de notre satellite, et l'établissement des Tables faisant connaître son mouvement ont été l'une des tâches les plus importantes demandées aux astronomes. Le mouvement de la Lune est particulièrement capricieux ; les plus grands géomètres depuis Newton et Clairaut ont dû s'attacher à expliquer ses inégalités. Malgré les progrès faits dans le cours du XIX^e^ siècle, marqués surtout par la Théorie de Delaunay, les Tables du mouvement de la Lune cessent rapidement de donner la position exacte de notre satellite et le problème doit être continuellement repris.

Les dernières Tables publiées sont celles du prof. E.-W. Brown (1919). Elles ont été construites avec un soin extrême ; leur auteur a fait intervenir toutes les forces connues qui agissent sur la Lune ; l'équation qui représente la position de l'astre à une date donnée comprend près de 1.500 termes (celle de Delaunay en comprenait déjà 1.400). Cependant le Prof. Brown est obligé d'écrire dans sa Préface : « Quoique beaucoup d'efforts aient été faits dans le passé pour représenter le mouvement de la Lune par la théorie de la gravitation seule, on doit admettre maintenant qu'on ne peut y parvenir complètement... Il y a des différences oscillatoires entre l'observation et la théorie qui ne correspondent à aucun terme gravitationnel ; elles sont assez importantes pour exclure la possibilité d'erreurs soit de la théorie, soit de l'observation ».

Comme l'avait déjà fait Newcomb dans ses Recherches sur le Mouvement de la Lune, Brown a représenté la partie principale de ces différences par un terme purement empirique ayant une période, inexpliquée, de 270 ans et une amplitude de 14 secondes. Mais même après l'introduction de ce terme, il demeure encore des oscillations de plus courtes périodes et de plus faibles amplitudes. Tout ce que l'on peut faire à leur sujet lorsque l'on veut prédire la position de la Lune avec une grande précision, c'est d'estimer d'après les observations récentes la grandeur de ces termes dans les années immédiatement passées, et de modifier en conséquence les valeurs tirées des Tables. C'est là une solution, pratique peut-être, mais qui ne satisfait guère les astronomes. Ils ont besoin d'une explication de ces différences qui ne reposent pas sur les forces gravitationnelles. La théorie de la relativité d'Einstein n'est dans ce cas d'aucun secours ; d'abord parce que les irrégularités observées sont très grandes, et puis parce que des forces troublantes, fonctions uniquement de la configuration d'un système ne peuvent pas en général produire de nouvelles périodes, mais seulement des combinaisons de périodes déjà existantes.

Il y a déjà longtemps que Newcomb avait remarqué que les fluctuations du moyen mouvement de la Lune pouvaient aussi bien être dues à des changements dans le mouvement de cet astre qu'à des irrégularités dans la durée de rotation de la Terre qui conduiraient à des erreurs dans la mesure du temps. A cette époque les astronomes n'étaient guère préparés à admettre la possibilité de variations dans la vitesse de rotation de la Terre, et l'hypothèse ne fut pas prise en très sérieuse considération. Mais peu à peu les preuves se sont accumulées en sa faveur. Brown mit en évidence une concordance entre les petites fluctuations du mouvement de la Lune et les déviations du Soleil et de Mercure de leur orbite théorique pendant la période de 1750 à 1900. H. Glauert montra le parallélisme de ces fluctuations de 1865 à 1915, avec celles que les observations de Greenwich indiquent dans le cas du Soleil, de Vénus et de Mercure. Ross signala que Mars pendant le XIX^e^ siècle présente des fluctuations très semblables à celles du Soleil. Innes conclut d'une discussion des passages de Mercure que la durée de rotation de la Terre change brsuquement de valeur de quantités qui atteignent 1 seconde et qui peuvent s'ajouter jusqu'à faire un total de 30 secondes.

La nouvelle discussion que vient de faire le Prof. Brown de tous les matériaux dont il pouvait disposer ne laisse guère de doute que des changements brusques ne se produisent dans la vitesse de rotation de la terre. Ces variations proviendraient d'une oscillation verticale de la croûte terrestre dont l'origine se trouverait dans la couche isostasique ou au-dessous d'elle. L'accroissement maximum du rayon moyen, que l'on peut conclure des données astronomiques, est compris entre 75 cm. et 4 mètres suivant la profondeur que l'on attribue au point de départ de cet accroissement.

J. B.

Physique

Propriétés magnétiques aux basses températures. — On caractérise les aimants par ce qu'on appelle leur *moment magnétique*, qui peut être considéré comme le produit des quantités de magnétisme réparties sur les pôles, par la distance de ces pôles.

Si on prend de petits aimants tous identiques et qu'on

les dispose bout à bout, de façon que le pôle nord de l'un coïncide avec le pôle sud du suivant, on constitue une aiguille aimantée dont le moment est égal à la somme des moments des aimants élémentaires (1) (fig. 1). En assemblant plusieurs de ces aiguilles de même longueur parallèlement entre elles, de façon que leurs extrémités nord soient d'un même côté et leurs extrémités sud de l'autre, on constitue un aimant dont le moment est égal à la somme des moments des aimants élémentaires. Cette propriété peut être étendue à un aimant de forme quelconque, à condition que les petits aimants constitutifs soient tous orientés parallèlement entre eux.

En réalité, les molécules des solides et des liquides aussi bien que celles des gaz sont en perpétuelle agitation. Elles sont animées de mouvements d'oscillation dirigés dans tous les sens qui, dans les corps aimantés, s'opposent à l'orientation des aimants élémentaires. Mais, aux très basses températures, cette agitation thermique s'atténue; elle s'annule au zéro absolu. Le moment magnétique d'un aimant peut alors être considéré comme la somme des moments magnétiques de ses atomes.

Fig. 56 —

Ayant mesuré le moment magnétique d'un aimant en fer ou en nickel, on peut par un simple calcul de proportion, obtenir le moment qu'aurait un aimant dont la masse serait égale à la masse atomique du fer ou du nickel. Kamerling Onnes et Weiss ont ainsi obtenu comme moment atomique :

12.360 pour le fer,
3.370 pour le nickel.

Divisés respectivement par 11 et par 3, ces nombres fournissent le même quotient.

12.360 : 11 = 1.123,3,
3.370 : 3 = 1.123,3.

Ainsi, les moments atomiques du fer et du nickel valent respectivement 11 fois et 3 fois un certain moment magnétique plus élémentaire encore que celui de l'atome. D'où l'hypothèse, formulée par Weiss, d'un moment magnétique fondamental, appelé *magnéton*, au moyen duquel seraient construits tous les moments atomiques. Cette hypothèse du magnéton introduit l'idée de discontinuité dans le magnétisme, comme les notions d'atome, d'électron, de quanta, ont introduit l'idée de discontinuité dans la matière, l'électricité et l'énergie.

Les recherches magnétiques aux basses températures ont été les premières à révéler l'existence du magnéton et comptent encore parmi les plus précises qui permettent de l'évaluer.

A. Bc.

(1) Quand deux aimants élémentaires sont consécutifs, le pôle nord et le pôle sud en contact se détruisent mutuellement. Dans l'aiguille magnétique réalisée, seuls subsistent les pôles nord et sud situés aux deux extrémités de l'aiguille. Si μ représente la quantité de magnétisme de chaque pôle des aimants élémentaires, l leur longueur, n leur nombre, le moment magnétique de l'aiguille est $\mu \times nl$ soit $n\ \mu l$ qui vaut n fois le moment $\mu\ l$ de chacun des aimants élémentaires.

T. S. F.

Au sujet de la couche d'Heaviside : pouvons-nous communiquer avec Mars ? — Aussitôt que l'on eût réussi à envoyer et à recevoir des messages par T. S. F., l'idée vint de savoir s'il ne serait pas possible d'utiliser la nouvelle et merveilleuse invention pour communiquer avec les autres planètes. La question d'existence d'êtres humains dans ces dernières et aussi la possibilité de la réception mises à part, il semblait que le problème se bornât à la réalisation d'un émetteur excessivement puissant. Puis, ce bel optimisme s'affaiblit; les portées considérables réalisées dernièrement à l'aide d'ondes courtes et aussi l'instabilité des résultats atteints firent naître l'hypothèse de la couche Kennely-Heaviside. D'après cette hypothèse, la haute atmosphère serait conductrice et renverrait vers le sol les ondes qui l'atteignent. Les résultats obtenus tout récemment semblent confirmer cette existence. On explique ainsi que lorsqu'on transmet avec une onde de trente mètres, en s'éloignant du récepteur, l'intensité de réception décroît très rapidement, puis s'annule à peu près complètement. Elle reparaît ensuite vers 1.000 kilomètres et les signaux restent très forts jusqu'à 2.500 à 3.000 m., après quoi les résultats sont instables.

Mais alors, si la Terre est entourée d'une sorte d'écran, il faut abandonner définitivement l'espoir de le percer et ainsi de bavarder avec les Martiens. Le Professeur Appleton, à qui nous empruntons cette discussion, croit cependant que le problème mérite d'être repris. Les dernières expériences montrent que la concentration d'électricité dans la haute atmosphère est limitée et estimée à environ un million d'électrons par cm^3. Donc, si certains rayons sont incurvés et retournés vers le sol, d'autres rayons partant plus verticalement ne viendront plus atteindre la Terre. La théorie poussée jusqu'au bout montre en fin de compte que si l'on fait décroître encore la longueur d'onde, la haute atmosphère ne retournera plus rien vers le sol. Dans ce cas, tous les rayons émis quitteront la Terre et perceront la couche d'Heaviside. De telles longueurs d'onde sont donc toutes indiquées pour les communications interplanétaires.

Des calculs ont même été faits pour trouver l'ordre de grandeur de ces longueurs d'onde. De tels calculs sont naturellement peu approchés par suite de l'incertitude de nos connaissances sur la haute atmosphère, mais le Professeur Appleton estime que quelque part entre 1 et 10 mètres, nous trouverons l'onde qu'il nous faut. Tout en espérant que les calculs sont corrects, il réclame un poste puissant émettant sur un mètre pour communiquer avec Mars !

P. Abadie.

Chimie Physique

La conversion de l'hydrogène en hélium. — Les conceptions atomiques actuelles ont fait revivre la question si anciennement controversée de la transmutabilité des éléments. On assimile les noyaux atomiques à des ensembles de protons et d'électrons, le proton s'identifiant avec le noyau d'hydrogène. Il n'y aurait donc, *a priori*, aucune raison pour dénier l'impossibilité du passage éventuel d'un élément à un autre, tous étant constitués des mêmes unités fondamentales.

Cette manière de voir a trouvé sa confirmation dans les expériences de Sir Ernest Rutherford sur la désintégration artificielle des éléments. On se souvient qu'en bombardant, à l'aide de particules alpha, un certain nombre d'éléments

légers, Rutherford a mis en évidence le rejet de noyaux d'hydrogène.

Dans un mémoire récent, F. Paneth et K. Peters (1) annoncent qu'ils ont réalisé un processus inverse, et qu'ils ont réussi, par l'agrégation de noyaux d'hydrogène, à former de l'hélium, élément dont on suppose le noyau constitué de deux noyaux d'hydrogène. Après avoir vainement tenté cette synthèse, d'une part en soumettant l'hydrogène à l'action de la décharge, d'autre part en bombardant certains sels par les rayons cathodiques, à la suggestion de Lord Rayleigh, ils ont eu enfin des indications favorables en faisant passer de grandes quantités d'hydrogène à travers du palladium chauffé. La présence du néon atmosphérique et l'absence de proportionnalité entre l'intensité des raies d'hélium et la quantité d'hydrogène utilisé les empêchèrent tout d'abord de conclure. Les résultats ne devinrent plus nets que,lorsque l'hydrogène étant à la température de la chambre, le palladium fut pris sous la forme spongieuse de noir de palladium, ou sous la forme d'amiante palladinisée.

Pour le contrôle de l'hélium, Paneth et Peters ont élaboré une méthode spectroscopique pouvant déceler 10^{-8} à 10^{-9} cmc. d'hélium, c'est-à-dire de 10^{-12} à 10^{-13} gramme. Cette haute sensibilité laisse percevoir le dégagement d'hélium qui se produit à partir d'un mélange de thorium B et de thorium C. Elle permet encore de relever la présence d'hélium dans quelques centimètres cubes de gaz naturel, et nous signalerons en passant que, grâce au procédé, on a découvert en Allemagne des émanations relativement riches en hélium, qu'on songe à exploiter commercialement.

Dans les expériences de Paneth et Peters, à des intervalles de temps donné, on éliminait à l'aide de charbon, a la température de l'air liquide, la fraction gazeuse la plus facilement liquéfiable. On ajoutait de l'oxygène, afin de brûler l'hydrogène sur la surface du palladium. Puis, après avoir absorbé par le charbon refroidi la vapeur d'eau et l'excès d'oxygène, on faisait passer le gaz résiduel dans le tube de verre capillaire, où il devait être examiné. La présence des gaz de l'atmosphère se signalait par les raies du néon, qu'on ne réussissait jamais à exclure complètement. Cependant, d'après les auteurs, il s'agissait de quantités assez faibles pour ne pas infirmer les conclusions.

Après un contact de douze heures entre le palladium et l'hydrogène, le gaz résiduel présentait quatre ou cinq raies du spectre de l'hélium, et seulement une raie du néon, la quantité d'hélium observée croissant avec la durée du contact. Les différentes préparations de palladium ne sont pas actives au même degré. Toutes se fatiguent par l'usage, mais sont susceptibles de reprendre leurs propriétés après chauffage. D'ailleurs, dans les préparations de palladium déjà anciennes, on a toujours identifié plus ou moins d'hélium, reconnu d'origine non atmosphérique.

Le platine finement divisé est moins actif que le palladium, et le nickel pyrophorique moins encore.

Les auteurs, après une discusion détaillée des causes possibles d'erreur, introduction éventuelle d'hélium atmosphérique, adsorption de l'hélium sur le verre, le palladium, l'amiante, considèrent que leurs expériences ne sauraient en être entachées.

D'autre part, d'après la théorie, la conversion de l'hydrogène en hélium entraînerait une libération d'énergie qui ne s'est pas manifestée au cours de la transformation présumée. Paneth et Peters remarquent, à ce propos, que pour la conversion de quantités d'hydrogène aussi minimes que celles qui sont en jeu, la quantité de chaleur dégagée, estimée à 0,28 calorie environ, serait extrêmement difficile à déceler. Ils regardent comme plus probable que l'énergie libérée puisse, plutôt que comme chaleur, se présenter sous forme de radiation de très courte longueur d'onde, rayonnement gamma, ou même rayonnement très pénétrant de Millikan. S. V.

(1) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 15 septembre 1926, p. 2039.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Mines

Nouveau procédé pour conserver intact le bois de mine. — Ce procédé est appliqué depuis 4 ans au puits Wanicke de la Société métallurgique de Prague : on a constaté qu'il était extraordinairement pratique et qu'il procurait des économies sérieuses de bois. Il consiste à diluer une substance durcissante, telle que le béton ou le ciment, dans de l'eau germicide puis de la disposer en couche mince sur le bois en le plongeant dans cette solution. Ce travail est extrêmement simple à exécuter, de sorte qu'il est moins coûteux que n'importe quel autre procédé d'imprégnation. Il suffit, en effet, de mettre le bois dans l'eau pendant une minute, on le retire et le fait sécher, au bout de 24 heures on peut l'employer. La durée des bois est ainsi sérieusement prolongée et pourrait s'étendre à 5 ans au moins. (*Kali*, 15-10-26).

E. P.

Combustibles

Carbonisation des lignites à basse température. — Four Marcel Migeon (1). — M. Marcel Migeon a installé à Oberdof (Autriche) un four capable de carboniser à basse température, 100 tonnes par 24 h.

Ce four est particulieèrement intéressant, d'abord parce qu'il a été choisi entre beaucoup d'autres propositions, étudiées notamment en Allemagne, ensuite parce qu'il a été l'objet, après construction, d'essais longuement poursuivis et sérieusement contrôlés.

Il s'agit d'une haute cornue verticale formée d'éléments dont les parois, diversement inclinées, obligent les morceaux de lignite à un mouvement de rotation lent et continu, assurant l'homogénéité du chauffage. On réalise ainsi sous un volume assez réduit, une grosse capacité utile. En outre, une insufflation de gaz inerte, que l'on prend soin de réchauffer à la température même, de l'élément de cornue où il est introduit, accélère de beaucoup l'opération. Une série de régulateurs de pression maintient, dans tous les éléments de la cornue, la même pression, très voisine, de la pression atmosphérique.

Les éléments supérieurs de la cornue sont en tôle ou en fonte; l'élément de base est en fonte spéciale garnie de réfractaire, il est suivi — lorsque l'on veut procéder à la gazéification totale du semi-coke formé, — d'une autre cornue réfractaire inclinée.

(1) La *Technique Moderne*, 15 nov. 1926, p. 691.

Voici des chiffres qui donnent une idée des rendements que l'on peut escompter :

Masse de lignite à 50 p. 100 d'humidité, traitée par jour en 24 h.	103 T
Humidité après le séchoir et avant l'introduction dans la cornue	13,3 o/o
Pourcentage en goudron total à 650° C (en cornue de Fischer)	9,3
Pourcentage industriel correspondant	8,92
Rendement industriel correspondant	96 o/o
Humidité de l'huile obtenue	0,04
Teneur en huile insoluble dans le benzol	0,09
Rendement en semi-coke	42 o/o
Rendement en gaz, en m³ à la tonne	168
Pouvoir calorifique du gaz, en calories ..	3.970
Benzol récupéré dans le gaz 26 gr./m³, soit, par tonne	4 kg. 16

Le traitement d'un lignite humide peut, dans ces conditions être très rémunérateur.

Le même four, un peu modifié, convient pour les schistes.

Peu de fours de carbonisation ont reçu la consécration d'une mise en exploitation prolongée. Le four belge Marcel Migeon paraît l'un des plus intéressants pour la mise en valeur des gisements lignitifères français.

Ed. M.

Agronomie

Action fertilisante du silicate de magnésium. — Des expériences faites au Japon ont montré le rôle du silicate de magnésium colloïdal dans la fertilité de certains sols. Ces études ayant conduit à des essais d'engrais magnésien couronnés de succès, l'Institut des Recherches agronomiques a mis au programme de ses stations les essais de fertilisation à l'aide du silicate de magnésium.

Les résultats sont les suivants, d'après M. Granvigne (*Annales de la Science agronomique*, nov. déc. 1925).

A la Station agronomique d'Arras les augmentations de récoltes dûes au silicate furent près de 100 o/o sur les pommes de terre.

A la Station d'Auxerre, résultats positifs sur salades, poireaux, carottes, mais avec doses doubles ou quadruples de la dose type.

A la Station de Bordeaux augmentation de 11 o/o du rendement en blé.

A Dijon, sous la direction de M. Granvigne on a constaté un rendement quintuple des fraises, et pour les tomates les parcelles qui avaient reçu du silicate de magnésium ont eu un rendement égal à 2,7 fois celui des témoins. Sur pommes de terre, l'augmentation moyenne fut de 16 o/o.

A Lille, on n'a pas constaté d'action favorable sur le blé, mais on a obtenu des augmentations de rendement sur la carotte fourragère.

A Rouen, on a obtenu sur seigle une augmentation de rendement de 10 o/o.

Ces résultats sont en tout cas dignes d'attirer, l'attention sur le rôle du silicate de magnésium employé comme adjuvant de la fertilité.

L. R.

Industre agricole

L'industrie des pépins de raisins. — En principe il est très simple d'extraire l'huile des pépins de raisins. En pratique, il est difficile d'installer une industrie de pépins de raisins capable de fonctionner, c'est-à-dire de donner des bénéfices. M. J. Bonnet, Directeur du Service de l'Oléiculture à Marseille, n'hésite pas à mettre en garde contre les difficultés à vaincre pour faire une usine de traitement des pépins de raisins.

Dans la *Revue de Viticulture* (2-9 sept. 1926) il a résumé l'historique de l'industrie, des essais qui lui ont réussi et il donne une série de renseignements techniques de la plus grande utilité. Pour lui l'usine de traitement doit employer la méthode par dissolvant : le trichlorure d'éthylène. L'usine doit être petite, travailler là où sont les pépins car cette marchandise, les marcs à traiter surtout ne peuvent supporter, économiquement parlant, aucun transport. Il conseille une installation pouvant traiter 2.500 k. de pépins par 24 heures. Il faut aussi pouvoir travailler environ 3 mois au minimum donc 1.500.000 kilos de marc ou 200.000 kg. de pépins, (100.000 Hl. de vin). La conservation des marcs et pépins en stocks se fait le mieux en plein air, car même la fermentation que se produit en tas favorise l'extraction de l'huile (rendement 2 o/o en plus sans augmentation de l'acidité du produit obtenu). Les marcs non acidifiés pour le détartrage recevront un arrosage avec une solution d'acide chlorhydrique à 1,2 o/o au moment de la mise en tas.

Cent kilogrammes de marc contiennent 33 à 34 kg. de grappes, 66 à 67 kg. de pulpes et pépins.

Au passage dans les trieurs spéciaux on obtient :

33-34 kg. de grappes,
20-22 kg. de pépins,
45-47 kg. de terreau.

Avant traitement les pépins doivent être séchés, perdre 30 o/o d'humidité.

Un hectolitre de vin laisse 13 à 25 kg. de marcs de vendanges non égrappées, 8,500 à 16 k. 500 pour les vendanges égrappées.

Dans les usines de traitement, les grappes servent de combustible, le terreau est recueilli comme engrais, sa composition est :

Azote	2 à 2,4 o/o,
P^2O^5	0,17 à 0,20 o/o,
Potasse	0,5 à 0,6 o/o.

L'épuisement dans les grandes usines de Perpignan, Lézignan, Montpellier, Boufarik, Rouiba qui traitent 4.500 kilogs par jour se fait au moyen des installations suivantes : une chaudière de 30 m² de chauffe. (1.200 kg. charbon en 24 h). Une force motrice électrique de 8 à 10 chevaux, une réserve de 3.000 litres (= 4.500 kg.) de trichlorure d'éthylène. Une quantité d'eau pour le réfrigérant, qui sera 3 m³ à l'heure et qui peut servir d'une façon continue si elle est refroidie dans un bassin d'attente. Un matériel d'épuisement qui exige un local d'environ 8 m. sur 10 m., haut de 4 m. avec lanterneau de 7 m. 50 pour laisser passer la trémie de l'extracteur.

Les constantes principales du trichlorure d'éthylène C^2HCl^3 peuvent être rappelées :

Poids moléculaire : 131,4; Poids spécifique : 1,471; Ebullition : 87° congélation : — 73; chaleur d'évaporation : 56 cal.

Sensible à la lumière il est à conserver en sous-sol en bacs métalliques et sous une couche d'eau de 20 à 30 cm pour éviter les pertes en vapeurs.

Un des grands avantages de ce produit est de dissoudre les corps gras contenus dans des produits dosant 20 à 25 o/o d'humidité. Les pépins sont séparés des marcs par des trieurs spéciaux. Ces trieurs comprennent un système combiné de cribles cylindriques ou horizontaux animés de mouvements rotatifs ou alternatifs, qui séparent les grappes, les pulpes, les pépins. Nous donnons des desssins d'appareils construits à Modène, en Italie. Il existe des appareils construits en France, dont M. Bonnet a donné, la description dans la *Revue de Viticulture* (11 nov. 1926).

Les pépins sont brossés, on en obtient environ 20 à 22 o/o des vendanges non égrappées et 30 à 32 o/o des vendanges égrappées.

L'épuisement est d'autant meilleur que la matière à épuiser est moins humide, aussi l'usine comprend un séchoir où les pépins passent en sortant du trieur. On utilise naturellement des séchoirs continus où la matière circule sur plus de 20 m. de longueur, en plusieurs fois (3 sections) entre lesquelles elle est débarrassée des poussières par un passage dans un trommel.

Les pépins secs passent dans un aplatisseur et sont ensuite introduits dans l'extracteur à trichlorure d'éthylène.

Le schéma de l'installation, reproduit ci-joint, résume la marche des opérations.

L'extracteur est un récipient cylindrique de tôle d'acier à faux fond perforé sur lequel est une toile grossière empêchant les débris de pépins d'aller colmater les espaces entre les tuyaux de vapeur servant au chauffage.

Une pompe envoie le solvant à la partie inférieure du récipient, et ce solvant chargé d'huile passe par un orifice supérieur dans un cylindre distillateur.

Pour récupérer le trichlorure restant dans les pépins on envoie de la vapeur directe dans la masse.

Le dissolvant a, pendant son action sur les pépins une température de 60-70°.

Le distillateur a un volume deux fois moindre que l'extracteur.

Dans le distillateur on doit éviter de traiter une quantité de solution supérieure au quart de la capacité car au moment de la récupération du solvant, l'ébullition produit des mousses.

L'épuisement exige plusieurs passages de solvant à travers la masse de pépins, il dure 4 à 5 heures. Il est terminé quand une goutte du liquide sortant de l'extracteur (robinet supérieur) ne donne plus de tache d'huile sur un papier après évaporation.

D'autre part, l'huile est considérée comme débarrassée en solvant lorsqu'une goutte tirée, du distillateur ne dégage plus l'odeur du trichloréthylène .

On ne doit pas laisser plus de 1 o/o d'huile dans les pépins ni perdre plus de 500 à 600 grammes de solvant par 100 kilogs de pépins traités.

Quel est le coût de cette installation, de son fonctionnement, quels bénéfices peut-elle donner ?

Pour traiter 2.500 kilogs de pépins par 24 heures on compte pour une installation complète 150.000 francs soit pour un amortissement de 15.000 fr. et un intérêt moyen de 4.500 fr. une dépense annuelle de 19.500 francs soit 20.000.

Les dépenses journalières sont indiquées ainsi :

10 hommes à 25 fr. par jour	250 fr.
1.200 kilogs charbon, à 120 fr.	140 fr.
15 kilogs de solvant usé, à 4 fr.	60 fr.
Imprévu, réparations, eau, éclairage, etc. ..	100 fr.
Total, par jour	500 fr.

Pour traiter 1.500.000 kilogs de marcs ou 200.000 kilogs de pépins, il faudra, en 85 jours une dépense de 66 francs tout compris, mettons 70.000, dit M. Bonnet. Quels sont les produits obtenus ?

25.000 kilogs d'huile (12,5 o/o sur 200.000 kilogs) à 300 fr. = 75.000 fr. Les terreaux et marcs comme engrais vendus 6 à 7 fr. les 100 kilogs, mettons 5 fr., cela fait 40.000 fr. soit au total 115.000 fr. Avec 70.000 fr. de dépenses, cela donne un bénéfice de 45.000 francs.

Or « nos organisations existantes arrivent toutes à des résultats supérieurs à ceux que nous indiquons », dit M. Bonnet.

Avec 7 millions d'hectolitres de vin en France et 15 en Afrique du Nord soit 85 millions, notre production française de marc atteint au moins 1.275.000 tonnes. M. Bonnet estime que les marcs de 20 millions d'hectolitres peuvent être traités et donner 5.250.000 kilogs d'huile.

Actuellement la production traitée est de 17.000.000 de kilogs de marcs et une quantité égale sera traitée dans les installations en cours de montage et l'essor réel de cette industrie est encore plus rapide que nous le supposions, dit M. Bonnet, dans son rapport à l'Office national des combustibles liquides.

En somme l'industrie de l'huile de pépins de raisins se développe en France depuis quelques années. Toutefois, elle a été déjà appliquée dans les régions viticoles méditerranéennes, en Italie notamment, et nous pouvons donner un dessin d'un séparateur de pépins et d'un séchoir à pépins d'un modèle employé couramment en Italie. Comme on le voit, il s'agit d'appareils combinés pour un travail courant et issus d'une sérieuse mise au point.

En Italie d'ailleurs, la séparation des pépins des marcs est une pratique courante.

LAURENT RIGOTARD.
Ingénieur agronome.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 7 février 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *E. Lainé* (prés. par M. Goursat). — **Sur la méthode de Darboux et les équations de Moutard.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Charles Jordan* (transm. par M. Appell). — **Sur un cas généralisé de la probabilité des épreuves répétées.**

GÉOMÉTRIE. — *Paul Alexandroff.* — **Une définition des nombres de Betti pour un ensemble fermé quelconque.**

CHRONOMÉTRIE. — *P. Lejay* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur la synchronisation à distance des pendules de précision sans l'intermédiaire d'aucun contact.**

L'auteur a employé le dispositif suivant : un petit émetteur d'ondes courtes est disposé dans la caisse de la pendule et rayonne constamment sur une longueur d'onde déterminée. Au condensateur du circuit oscillant qui fixe la longueur d'onde, est relié un fil, d'une vingtaine de centimètres, disposé de telle sorte que le pendule en oscillant vienne passer à quelques millimètres de son extrémité libre. Les variations de la capacité du fil par rapport au pendule au cours de l'oscillation de celui-ci provoque une variation de la longueur d'onde suffisante pour permettre l'enregistrement après réception par un poste radiotélégraphique ordinaire. Pratiquement, pour obtenir des enregistrements très aigus, il est préférable que le fil n'approche pas de la masse du pendule. Le pendule des horloges portant près de son extrémité inférieure une aiguille fine, servant ordinairement d'indicateur pour évaluer l'amplitude des oscillations, c'est cette aiguille qui a été utilisée et qui, en passant devant le fil, provoque la variation de capacité voulue.

Les résultats obtenus laissent entrevoir des applications plus étendues.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *E. Matthias.* — **Contribution à l'étude de la matière fulminante. Décomposition spontanée et sans bruit sensible de certains éclairs sphériques de grand diamètre.**

Les foudres sphériques non électrisées, quel que soit leur rayon, se décomposent spontanément et sans bruit sensible si la matière est homogène. S'il y a des hétérogénétités thermiques, elles donnent lieu à des projections de matière incandescente précédant la décomposition spontanée.

Les foudres électrisées sont doublement dangereuses : et par leur explosion même qui peut causer des traumatismes graves, et par les projections de matière électrisée.

Lorsque la matière fulminante est pure, sa couleur superficielle étant celle du corps noir qui se refroidit, les globes le plus chargés, pour un même diamètre, sont ceux qui explosent à la température la plus basse. La coloration rouge est d'autant plus dangereuse qu'elle est plus sombre.

Quand la matière fulminante est impure, il faut superposer une coloration bleue à celle de la matière pure. En particulier, on se défiera des gros globes violacés, leur basse température indiquent la très grande probabilité d'une forte pression électrostatique qui retarde leur explosion finale.

— *L. Eblé* (prés. par M. Brillouin). — **Sur les déviations périodiques de la verticale à Paris.**

L'auteur a continué les recherches qu'il avait poursuivies de 1912 à 1917 au moyen des pendules horizontaux de l'Observatoire de Paris. La durée des observations a été de 31 mois. Les résultats sont exposés dans des tableaux.

PHOTOCHIMIE. — *P. Villard.* — **Sur les actions chimiques des radiations. Remarques au sujet d'une Note récente de M. A. Gargam de Moncetz.**

Certains résultats obtenus par M. Gargam de Moncetz, (*C. R.*, 184, 1927, p. 284) paraissaient être en contradiction avec ceux qui avaient été obtenus par M. P. Villard. Celui-ci explique, dans cette nouvelle Note que, non seulement, ils n'apparaissent plus comme une anomalie, mais au contraire comme très intéressants, car ils montrent que l'antagonisme entre le rouge et le violet peut être observé jusqu'à 13.500 Å. On pourrait sans doute aller plus loin encore avec des plaques très sensibles.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Nicolas de Kolossowky.* — **Note sur les chaleurs spécifiques d'une phase non condensée suffisamment refroidie.**

La théorie cinétique démontrerait, mieux que les hypothèses émises par M. Perrakis, que la chaleur spécifique d'un gaz monoatomique à volume constant est égale à $\frac{3}{2}$ R $\frac{\text{cal.}}{\text{deg}}$ Le passage de tous les gaz aux basses températures à un état comparable à celui des gaz monoatomiques est, pour ainsi dire postulé par la théorie de la dégénérescence des gaz et cette dernière est contenue implicitement dans les considérations de M. Perrakis. (*C. R.* 184, 1927, p. 28).

— *Pierre Jolibois* et *Pierre Montagne* (prés. par M. A. Le Chatelier). — **Sur une méthode graphique de calcul du rendement énergétique des réactions homogènes.**

Tenant compte, tout d'abord, des plus récentes déterminations de chaleur spécifiques et de dissociation, les auteurs ont établi, suivant la méthode de M. d'Ocagne un monogramme à points alignés qui donne en fonction de la pression et de la température le taux de dissociation de l'acide carbonique. Ce monogramme leur a permis de calculer le rendement en énergie chimique obtenu en fournissant à une quantité connue de gaz carbonique un nombre déterminé de calories. Les courbes qu'ils ont construites les conduisent à conclure que : 1° à température constante, le rendement décroît lorsque la pression du gaz croît ; 2° le rendement pour une pression donnée passe par un maximum qui se déplace vers les hautes températures pour les pressions croissantes ; 3° le rendement tend à devenir indépendant de la pression aux températures supérieures à 3.500° absolus.

— *Paul Riou* et *Paul Cartier* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Sur l'influence de quelques corps organiques sur la vitesse d'absorption du gaz carbonique par les solutions de carbonate neutre de sodium.**

Les auteurs ont cherché à préciser les relations qui lient les phénomènes d'absorption à la viscosité. Ils ont choisi des solutions absorbantes dont on peut augmenter artificiellement la viscosité par des corps organiques ne participant pas à la réaction. Ils ont pris une solution $9{,}3 \times 10^{-2}$ molécule gramme de carbonate neutre de sodium dans 100 cm³ d'eau, à laquelle ils ont ajouté des quantités variables de glycérine, de glocose et de saccharose. Les résultats sont donnés dans un tableau.

— *A. Bouturic* et Mlle *M. Dupin* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Sur l'existence de deux zones d'instabilité dans la floculation des sols d'hydrate ferrique par les électrolytes à anions polyvalents.**

L'existence des deux zones d'instabilité, signalée antérieurement (*C. R.*, 183, 1926, p. 205), dans la floculation des suspensions de résine-mastic et de gomme-gutte a été observée dans celle des sols d'hydrate ferrique, dont les granules sont chargés positivement, par les sels à anions polyvalents. Dans un sol d'hydrate ferrique mélangé à volume égal avec une solution titrée de phosphate de soude, la durée de la floculation varie avec la concentration en phosphate de soude réalisée dans le mélange. En opérant avec des concentrations progressivement croissantes, on est amené à reconnaître l'existence de deux zones de floculation. Pour un sol d'hydrate ferrique à 1 gr. 60, par litre, l'une de ces zones était constituée par les concentrations comprises entre $a = 207{,}10^{-6}$ N et $b = 530.10^{-6}$N, l'autre par les concentrations supérieures à $c = 22.10^{-3}$ N.

— *Eugène Fouard* (prés. par M. Léon Guillet). — **Sur un procédé général de préparation des colloïdes métalliques.**

La méthode consiste à réaliser l'élimination complète de tous les produits de la réaction électrolytique étrangers au métal traité, en séparant le milieu anodique du milieu cathodique : à cet effet on plonge l'anode de platine dans une cellule-membrane de collodion devenue semi-perméable par une précipitation interne de ferrocyanure de cuivre ; si, dans ce dispositif, pendant la durée de la transformation, on renouvelle plusieurs fois le liquide intercullaire, les anions qui s'y accumulent sont progressivement rejetés de la préparation jusqu'à leur totale disparition. Il est nécessaire de réduire au minimum la vitesse de formation, c'est-à-dire la fréquence des rencontres qui s'effectuent sous la cathode entre les cations et les miscelles fixatrices ; cette condition est satisfaite par l'emploi d'une cathode constituée d'un élément faiblement conducteur, carbone, silicium, sélénium ou arsenic. On peut ainsi, par ce procédé obtenir des colloïdes contenant le métal dans un état de pureté maximum.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *G. Denigès* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Nouveau mode de dosage volumétrique du molybdène.**

On introduit dans un matras de 400 à 500 cm³ muni d'un réfrigérant à reflux, le produit molydrique amené à l'état d'un MnO^4 (5 à 40 mg de Mo métallique réparti dans un volume de 40 cm³ d'eau plus 4cm³ de SO^4H^2 et on y projette 0 gr. 10 de feuille d'aluminium, très mince.

(papier d'aluminium). On porte, et on maintient, à une ébullition douce pendant 1 heure et demi exactement. L'aluminium doit alors avoir complètement disparu. On dose MO, aussitôt, avec une solution titrée de permanganate de potasse N/10. La quantité x de molybdène métal, contenue dans la prise d'essai, est donnée par la relation $x = (n - c) \times 3$ mg 6, dans laquelle n représente le volume de permanganate employé et c une valeur corrective obtenue une fois pour toutes, pour un aluminium donné, en faisant une opération identique à la précédente mais sans ion molybdique et titrant, au permanganate, le pouvoir réducteur du liquide (traces de $Fe^{''}$ apportées par Al). Cette valeur est généralement voisine de 0 cm³ 2.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Max* et *Michel Polonovski* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Nouvelle méthode de transformation des bases tertiaires hétérocycliques en bases secondaires désalcoylées.**

Les divers méthodes employées pour la préparation des bases *nor* à partir des bases tertiaires N- alcoylées sont souvent d'une réalisation difficile et les rendements en base secondaire généralement défectueux. Le nouveau procédé qu'indiquent les auteurs est d'une technique plus facile et permet d'assurer de bons rendements. Il consiste à traiter le N-oxyde de la base cyclique tertiaire par un anhydride d'acide organique, et à saponifier le dérivé N-acylé obtenu. Au cours de leurs recherches, ils ont pu préparer plusieurs dérivés nouveaux.

— *Clément Duval* (prés. par M. Georges Urbain). — **Sur une cobaltiboroammine.**

On dissout dans 200 cm³ d'eau : 18 gr. d'acétate de cobalt, 10 gr. d'acide borique cristallisé et 8 gr. d'acétate d'ammonium. On fait passer dans la liqueur violette, pendant 5 heures, un violent courant d'air. En ajoutant 20 cm³ d'ammoniaque à 22° Beaumé on obtient un précipité violet brun qui est lavé à l'alcool et l'éther, puis repris par l'eau qui dissout l'acétate de cobalt en excès. Après séchage le complexe se présente sous forme d'une poudre violette insoluble dans l'eau, la *cobaltiborotriammine*.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *A. Wahl* et *G. Vermeylen* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur une nouvelle transposition parmi les acides naphtylamines sulfoniques.**

Les auteurs signalent un nouveau cas d'isomérisation obtenu en traitant l'acide naphtylamine sulfurique 1,8 par l'acide sulfurique concentré. Le mécanisme de la transposition résiderait dans une série d'hydrolyses et de résulfonations successives. L'α-naphtylamine se sulfonant surtout en position 4, on s'explique que l'hydrolyse de l'acide 1,8 suivie d'une résulfonation puisse conduire à sa transformation intégrale en acide naphtionique observée par MM. Wohl et Vermeylen. Toutefois la condition nécessaire c'est que l'acide 1,8 s'hydrolyse plus facilement que l'acide 1,4, ainsi que cela s'est produit dans le cas présent.

CHIMIE AGRICOLE. — *V. Vincent* (prés. par M. A.-Th. Schlœsing). — **Mesure de l'acidité ionimétrique par inversion du saccharose. Applications aux milieux complexes : sols.**

La détermination de l'ionisation des milieux acides doit se pratiquer avec des solutions dosant de préférence 10 p. 100 de saccharose et ne dépassant pas 0 gr. 300 d'acidité titrimétrique, exprimée en HCl. Pour les milieux de très faible acidité, de pH = 6,20, l'inversion est complète en 30 minutes, au bain-marie bouillant, le flacon étant immergé. En adoptant des solutions à 10 p. 100 de saccharose et 1 heure comme temps de chauffe, on peut dresser, en employant des doses croissantes et connues d'acide, une table où au glucose dosé correspondent le poids de l'acide, la concentration en ions H et le pH.

L'inversion de saccharose par les sols ne permet pas de mesurer l'ionisation actuelle dans les milieux acides complexes; mais elle donne la grandeur de l'ionisation immédiate des acides en réserve sous l'action de la chaleur.

L. Franchet.

ZOOLOGIE. — *C. Motas* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Sur les Hydracariens du genre *Megapus* dans les Alpes du Dauphiné.**

Les Hydracariens du genre *Megapus* sont caractérisés par leur corps globuleux, leurs pattes antérieures robustes et crochues, dépourvues, ainsi que les autres, de soies natatoires, qui caractérisent les espèces limnophiles en général. On ne connaît actuellement en France que 7 espèces de *Megapus*, dont une seulement, *M. vaginalis* Kœn., en Dauphiné. Les recherches de l'auteur lui ont permis de recueillir en outre, dans les Alpes du Dauphiné, 5 espèces de *Megapus*, parmi lesquelles 2 espèces non encore signalées en France, 3 espèces nouvelles, ainsi qu'une nouvelle variété de *M. nodipalpis*.

L'auteur expose brièvement, dans cette Note, la répartition de ces espèces et leurs principales particularités.

PHONÉTIQUE GÉNÉRALE. — *A. Labriet* et *R. Husson* (prés. par M. G. Urbain) — **Analyse expérimentale et synthèse explicative des passages de la voix chantée dans la théorie de l'accord vocal.**

Les auteurs ont borné leurs résultats aux *passages* présentés par les voix d'hommes du $ré_3$ au fa_3 et par les voix de femmes du $ré_4$ au fa_4, dont les mécanismes ont été trouvés identiques. Deux séries d'expériences ont été faites à l'aide du résonateur universel de Rousselot.

Chaque passage et la superposition de trois ordres de phénomènes : acoustiques, physiologiques, aérodynamiques. Ces passages ne sont nullement des manœuvres antiphysiologiques, mais au contraire, nécessaires. On doit néanmoins chercher à les rendre *acoustiquement inapparents*, car ils nuisent à l'homogénéité de l'émission des voyelles ouvertes. On y parvient par l'obtention d'une discipline et d'une souplesse musculaires progressives, régularisant les ascensions du larynx et permettant la réalisation de l'accord continu du pharynx guttural sur lui, à l'aide de compensations appropriées des voyelles émises.

BIOLOGIE. — *A. Mordvilko* (prés. par M. P. Marchal). — **Sur la biologie du Phylloxéra de la Vigne. Les conditions de sa vie souterraine. L'influence du climat.**

Si, dans diverses circonstances, le Phylloxéra continue à se maintenir et à se propager sur les racines du cep, ce n'est que parce que, entre les racines et le sol, il y a des vides, si petits qu'ils soient, où les Insectes peuvent circuler. Ces vides se produisent sous l'action du vent qui met en mouvement le système radiculaire en formant des cavités autour des racines. C'est ainsi que se créent les conditions nécessaires à la vie du Phylloxéra sur les racines. Les ceps de Vigne se montrent plus résistants à ses attaques lorsque leurs racines s'enfoncent davantage dans le sol.

Quand les Vignes s'enroulent autour d'arbres à troncs épais, elles sont préservées des ébranlements causés par les vents et on ne trouve pas de Phylloxéra sur leurs racines.

Les dégâts causés par le Phylloxéra dans les vignobles des diverses contrées ne sont pas de même intensité. L'individu se développe mal là où la température est assez basse.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Marcel Abeloos* (prés. par M. F. Mesnil). — **La vitesse de régénération de la**

tête chez *Planaria gonocephala* Dugès. Influence du niveau des sections.

Lorsque des *Pl. gonocephala* de même provenance, de tailles sensiblement égales, placées dans les mêmes conditions de nutrition, sont décapitées, puis découpées par des sections transversales en un certain nombre (2, 3, 4, 6, 8) de fragments égaux, ces fragments étant ensuite maintenus à l'inanition, à une même température constante et dans les mêmes conditions d'éclairement, on observe que la régénération des yeux est d'autant plus rapide que les fragments proviennent de régions plus antérieures. Ainsi, dans une première expérience, les temps de régénération ont été, à une température constante de 20° C, et pour les tiers successifs, de 4 jours et demi (tiers antérieurs), 6 jours et 8 jours. Dans une autre expérience, conduite à 14°, les temps de régénération ont été respectivement de 8 jours, 12 jours et 14 jours.

MICROBIOLOGIE. — *P. E. Pinoy* et *A. Nanta* (prés. par M. F Mesnil). — **Sur l'existence fréquente d'une mycose de la rate en Algérie.**

Le nodule de Gamna est un nodule mycosique et les splénomégalies à nodules de Gamna sont des mycétones de la rate. C'est en effet un champignon, appartenant au stirpe de *Sterigmatocystis nidulans*, qui, en pénétrant dans la rate, y introduit des bactéries d'infection secondaire.

La pénétration doit se faire par la peau ou par le tube digestif.

Ce mycétome, d'après l'origine des malades, est surtout fréquent dans la région de Constantine et peut-être la splénomégalie égyptienne n'est-elle aussi qu'un mycétome.

P. GUÉRIN.

Séance du 14 février 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *P. Noaillon* (prés. par M. Hadamard). — **Point singulier isolé non critique d'une fonction harmonique.**

— *R. Gosse* (prés. par M. Goursat). — **Sur une classe spéciale d'équations de la forme $s = f(x, y, z, p, q)$.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Octave Onicescu* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur l'ajustage d'un ensemble de valeurs et ses applications à la représentation des fonctions par les séries de fonctions et aux équations intégrales.**

— *Hasso Härlen* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur la paradoxie logique dans la théorie des ensembles.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. *Bertrand Gambier.* — **Surfaces ayant un ds^2 de Liouville et leurs géodésiques fermées.**

AÉRODYNAMIQUE. — *P. Dupont* (prés. par M. Rateau). — **Calcul des forces de frottement sur les profils d'ailes.**

MÉCANIQUE. — *De Sparre.* — **Remarque au sujet de la Note publiée par M. Sugot.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Pierre Dive* (prés. par M. Hadamard). — **Sur l'impossibilité d'une stratification ellipsoïdale d'un fluide hétérogène en rotation.**

— *R. Wavre* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les figures d'équilibre, la stratification de planètes et l'équation de première espèce.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Maurice Hamy.* — **Sur un cas particulier de diffraction des images solaires.**

MAGNÉTISME. — *Gaston Dupouy* (prés. par M. A. Cotton). — **Appareil à lecture directe pour la mesure des champs magnétiques. Gaussmètre.**

— *A. Cotton.* — *Remarques sur la communication de M. G. Dupouy.*

L'appareil est fondé sur le principe suivant : un cristal mobile autour d'un axe convenablement choisi et placé dans un champ magnétique uniforme est soumis à un couple proportionnel au carré du champ qui tend à l'orienter. On oppose à ce couple un couple antagoniste dû à la torsion d'un fil ou à un ressort spiral. Pour chaque valeur du champ, il y a une position déteminée d'équilibre. L'appareil décrit et figuré par l'auteur présente l'avantage de mesures très rapides grâce à une lecture directe sur un cadran gradué : on peut très vite explorer point par point, un champ magnétique lorsque celui-ci est intense car on peut alors employer un cristal très petit. L'inconvénient que présente actuellement les lectures, c'est qu'elles doivent subir une correction de température, inconvénient auquel l'auteur espère pouvoir remédier en associant deux cristaux ayant des variations thermiques opposées.

M. A Cotton, à la suite de la communication de M. Dupouy, présente à l'Académie les appareils qui ont été utilisés et indique les applications qui peuvent en être faites.

PHOTOCHIMIE. — *P. Villard.* — **Sur les actions chimiques des radiations.**

L'expérience montre qu'une plaque au gélatino-bromure d'argent, solarisée, même amplement, par la lumière, n'est pas solarisée pour les radiations de haute fréquence, et, de plus, conserve, pour ces dernières, une partie notable de sa sensibilité. Toutes les radiations ne produisent donc pas sur les préparations photographiques des impressions de même nature, comme on le croit souvent. Les faits exposés par l'auteur établissent au contraire que les propriétés d'une image latente varient avec la fréquence de la radiation agissante.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Pierre Chevenard* (prés. par M. Le Chatelier). — **Anomalie du frottement interne des ferronickels reversibles.**

L'auteur a étudié l'anomalie du frottement interne des ferronickels, dans le domaine de température où le décrément est relativement faible, c'est-à-dire au-dessous de 400°. Il avait été conduit, pour l'interprétation des propriétés anormales des ferronickels, à l'hypothèse d'une transformation progressive et reversible d'une forme α stable au zéro absolu en une forme isomorphe β, stable à chaud. Dans les alliages voisins de Fe^2Ni, la réaction $\alpha \rightarrow \beta$ s'effectue avec condensation et avec accroissement des nodules d'élasticité, comme le prouve l'existence des alliages à dilatibilité presque nulle et à coefficient thermo-élastique positif. Ses dernières expériences montrent que la forme α, moins dense et moins rigide que β, est aussi pourvue d'un frottement interne plus important.

— *A.-P. Bigot* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur quelques silices anhydres renfermant des argiles. Composition des ocres.**

Les silices anhydres naturelles : grès, silices globulaires, silices d'infusoires, silices de diatomées, renferment souvent de l'argile, dont la proportion peut aller jusqu'à 28 p. 100, comme dans la silice globulaire de Thauvenay, près de Sancerre.

Quant aux ocres, l'auteur les considère comme un mélange de silice globulaire, de calcédonite, d'argile et d'hydrate de fer.

CHIMIE MINÉRALE. — *Paul Gaubert* (prés. par M. Fred. Wallerant). — **Sur la déshydratation de quelques platocyanures.**

Lorsqu'on chauffe dans un liquide inerte (paraffine, vaseline, etc.) un cristal d'une substance hydratée, celui-ci perd son eau et le produit de la déshydratation partielle ou complète semble se conserver indéfiniment dans le liquide.

Toutefois, les hydrates de quelques platocyanures échappent à cette règle et peuvent, dans certaines conditions, re-

prendre leur eau après avoir été déshydratés dans un liquide inerte. Suivant la nature du platocyanure et de ses hydrates, la différence des températures de déshydratation dans le liquide et dans l'air est plus ou moins élevée et par conséquent le domaine de la stabilité de l'hydrate est plus ou moins étendu.

Comment, dans un milieu en apparence anhydre, la substance peut-elle reprendre de l'eau ? Il semble possible d'admettre que l'eau dégagée par le cristal est adsorbée soit par le produit déshydraté, soit par la surface du liquide en contact avec ce dernier, ce qui augmente le domaine de stabilité de l'hydrate, soit par les deux.

CLIMATOLOGIE. — *Besson* (prés. par M. d'Arsonval). — **Observations comparatives de la radiation lumineuse au bord de la mer et à l'intérieur des terres.**

Les observations ont été effectuées en juillet, août et septembre, à Dieppe et à Longueville-sur-Scie, localité située à 18 km. dans l'intérieur. Dans chacun de ces trois mois il y a eu plus de radiation au bord de la mer que dans l'intérieur. Par ciel couvert, il n'y a pas de différence sensible dans la radiation entre le bord de la mer et l'intérieur des terres; quand le Soleil brille moins de la moitié du temps, la radiation est, sur le littoral, supérieure d'environ 10 p. 100 à sa valeur dans la campagne voisine. Pour des fractions d'insolation plus grandes, l'écart reste de même sens mais diminue progressivement. Lorsque le soleil brille sans interruption, la radiation à Dieppe est à peu près le même, quand le vent souffle de la terre ou de la mer. L. FRANCHET.

BOTANIQUE. — *Jean des Cilleuls* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **Le phytoplancton du Thouet, affluent de la Loire.**

Le plancton du Thouet présente des différences suivant les mois de l'année, et sa périodicité peut être résumée en deux phases : phase hivernale (fin octobre à juin) à Diatomées et *Synura Uvella;* phase estivo-automnale (juin à mi-octobre) à Protococcacées, Diatomées et Volvocacées coloniales.

Le phytoplancton du Thouet rappelle, durant les mois d'hiver, celui de la Loire dans la région Saumuroise. Il s'en éloigne au cours de la période estivo-automnale, pendant laquelle il prend les caractères des rivières à cours lent, ou des étangs, et où son développement est beaucoup plus sensible que dans la Loire à la même époque.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Maige* (prés. par M. Marin Molliard). — **Observations sur les divers modes de digestion des grains d'amidon dans les cellules végétales.**

Il ressort des recherches de l'auteur que les deux modes de digestion des grains d'amidon, périphérique et interne, sont en relation avec la présence ou l'absence d'une écorce plastidale jouissant vis-à-vis de l'amylase de la propriété adhésive.

L'existence de la digestion périphérique dans les grains d'amidon des tubercules de Pommes de terre confirme les observations antérieures de l'auteur en faveur de la présence de l'écorce plastidale tout autour de ces grains.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Volmar* et *Samdahl* (prés. par M. Guignard). — **La *Kirondrine*, principe amer et toxique des graines de Kirondro (*Perriera madagascariensis*) Simarubacées).**

Le Kirondro est un grand arbre croissant à Madagascar sur les collines de l'Ambongo. Par une série de cristallisations fractionnées dans un mélange d'alcool et d'éther, les auteurs ont pu en retirer deux produits cristallisés, les *kirondrines* α et β. Toutes deux donnent les mêmes réactions chimiques et ne se distinguent que par leur point de fusion, leur solubilité et leur forme cristalline.

ICHTHYOLOGIE. — *A. Gruvel* (prés. par M. L. Mangin). **Sur l'élevage de la Truite-Omble (*Salmo Pallaryi* Pelleg.) au Maroc.**

L'auteur rend compte d'expériences qui ont été poursuivies à la Station de pisciculture d'Azrou. La ponte des Truites-Ombles a lieu dès fin-octobre commencement de novembre, c'est-à-dire un peu avant celle des Truites locales. Les œufs venus à maturité atteignent un diamètre de 7 mm., ce qui est considérable par rapport à ceux de la Truite indigène. Ils sont embryonnés après une période de 21 jours. Les naissances des embryons ont lieu du 35 au 40e jour d'incubation. Les alevins, nourris comme ceux de Truite, à la rate de mouton finement hâchée, se développent dans les meilleures conditions et présentent une grande vigueur.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Mlle F. Coupin* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **L'indice de valeur cérébrale au cours de l'enfance chez les Anthropoïdes.**

Le maximum de l'indice de valeur cérébrale est d'autant plus élevée que le coefficient de céphalisation de Dubois est plus faible; ce coefficient est en effet de 0,71 chz le Gorille; 0,74 chez l'Orang; 1,14 chez le Chimpanzé; 2,89 chez l'Homme. En somme, la supériorité du jeune sur l'adulte serait d'autant plus marquée qu'on s'adresse à une espèce intellectuellement moins développée.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *M.* et *Mme Lapicque* (prés. par M. L. Mangin). — **Concentration des sucs cellulaires chez les Champignons supérieurs (Agaricinés).**

Les auteurs ont étudié, chez les Agaricinés, la concentration des sucs cellulaires, en mesurant l'abaissement du point de congélation, et la part que prennent à cette concentration les électrolytes, en mesurant la conductivité spécifique. Une quinzaine d'espèces ont été observées.

La concentration totale du suc cellulaire, chez les Champignons sauvages, est plus grande dans le pied, mais les électrolytes constituent une fraction moindre des substances dissoûtes. Chez des Champignons cultivés en galeries souterraines, les concentrations sont plus éleyées, en raison sans doute de la grande richesse du substratum nutritif, mais les relations entre les diverses valeurs sont analogues.

EMBRYOGÉNIE EXPÉRIMENTALE. — *L. Bounoure* (prés. par M. L. Bouvier). — **La surmaturation ovulaire influe-t-elle sur l'origine des gonocytes primaires chez *Rana temporaria* L. ?**

Dans les nombreux embryons provenant des divers types d'expériences utilisés, les gonocytes primaires, toujours présents, ont constamment montré le mode d'origine, l'évolution générale et les caractères morphologiques que l'auteur a déjà décrits chez les animaux issus de ponte normale et de fécondation naturelle. Tout au plus a-t-on constaté un léger retard dans les phénomènes d'isolement et de formation du cordon génital impair. Tandis que, dans le développement normal, ce cordon est généralement constitué au stade de 9 mm. l'auteur a observé, entre autres, un embryon de 9 mm. 3 provenant d'une femelle séparée du mâle pendant 7 jours, chez lequel tous les gonocytes se trouvaient encore en situation plus ou moins profonde dans l'endoderme, et cheminaient parmi les cellules vitellines pour gagner le lieu de la formation de la première ébauche génitale.

BIONOMIE MARINE. — *Edouard Fischer* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur la limite supérieure de répartition de divers organismes, en eau très calme.**

Si l'on étudie la répartition verticale des êtres vivants de la zone des marées, dans le domaine tout à fait calme que constitue la Rance à une distance suffisante à l'embou-

chure, on remarque l'existence d'un niveau bien tranché ou s'arrêtent nombre d'espèces animales et végétales. Quelle peut être la signification d'un pareil groupement de limites dans un intervalle de quelques décimètres seulement ? Il y a, en réalité, une coïncidence assez remarquable entre la zone hypsométrique où se produit un important changement dans le régime d'humidité, et la zone bionomique où se trouvent les limites de nombreux organismes. L'auteur est tenté de croire à une relation de cause à effet.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *A. Blanchetière* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur la composition des peptones.**

En appliquant la méthode de Kjeldahl à quelques échantillons de peptones commerciales, l'auteur a constaté que l'hydrolyse fermentaire fournit de notables quantités de diacipipérazines, quel que soit le ferment utilisé. Les substances solubles dans le liquide hydroacétonique sont bien des diacipipérazines, car : 1° le liquide restant après séparation du précipité barytique et élimination de l'acétone ne dissout plus l'hydrate de cuivre comme le font les aminoacides, les peptides et les protides ; 2° ce même liquide, soumis pendant un temps suffisant à l'action de la soude normale, donne une solution qui fournit une belle réaction du biuret.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *E. Aubel, L. Genevois* et *R. Wurmser* (prés. par M. Henneguy). — **Sur le potentiel apparent des solutions de sucres réducteurs.**

Le potentiel d'une solution de lévulose s'établit à 80°. en deux ou trois heures, à — 0,260 volts pour pH 8.2. Dans les mêmes conditions de température et de pH, le glucose donne un potentiel de — 0,400 volt, le lactose de — 0,325 volt, et le galactose de — 0,235 volt. Mais les courbes qui représentent les variations du potentiel avant que soit atteinte la valeur limite n'ont pas la même allure pour les différents sucres et révèlent des stades de réactions successives.

BACTÉRIOLOGIE. — *Paul Hauduroy* (prés. par M. Ch. Richet. — **Toxines diphtériques donnant naissance à un Bacille diphtérimorphe.**

L'auteur a pu récemment mettre en évidence des formes microbiennes filtrantes provenant probablement du B. diphtérique, en partant de la toxine produite par ce microbe. La multiplitité des expériences, les précautions prises, la constance des résultats obtenus, la connaissance qu'il a des formes filtrantes d'autres microbes l'amènent à conclure que les germes trouvés proviennent bien des bacilles de Lœffler qui ont servi à préparer la toxine.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *R. Sazerac, Hirosi Nakamura* et *Mme M. Kitchevatz* (prés. par M. Roux). — **Action du bismuth sur l'ictère hémorragique.**

Le bismuth possède une action préventive remarquable vis-à-vis de l'infection par le *Spirochæta icterohemorragiæ*, chez le Cobaye. Le même élément exerce un effet curatif important au cours de l'évolution de l'ictère hémorragique chez le Cobaye, tout au moins pendant les trois premiers jours qui suivent l'infection.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences — M. John Townsend, Professeur de Physique à l'Université d'Oxford, a été élu Correspondant pour la Section de Physique en remplacement de M. Pierre Weiss, élu Membre non résidant, le 26 juin 1926.

M. John Townsend a publié d'importants travaux dans différentes branches de la Physique, et particulièrement dans le domaine de l'Electricité. Il est l'auteur de la théorie relative à la décharge électrique disruptive ; on lui doit aussi l'invention de l'ondemètre utilisé dans la T. S. F.

— M. Albert Michelson a été désigné pour représenter l'Académie à la célébration du 200e anniversaire de la fondation, par Benjamin Franklin, de l'*American Philosophical Society held at Philadelphia for promotion Knowleäge*.

Académie de Médecine. — Ont été élus Membres correspondants étrangers, dans la 4e division (Sciences biologiques, physiques, chimiques et naturelles) : le Professeur Gallardo, de Buenos-Aires et le Professeur Starling, de Londres.

— L'Académie est autorisée à accepter la donation d'une somme de 25.000 francs, qui lui a été faite par la famille et les amis du Dr François Helme, pour la fondation d'un prix biennal devant être décerné à un savant de laboratoire, en vue de lui faciliter des recherches originales dans le domaine de la science médicale, bactériologique, biologique et pharmaceutique (chimie générale). Ce prix, qui ne pourra être partagé, portera le nom de « Prix François Helm ».

Académie d'Agriculture. — L'Académie a tenu sa séance solennelle annuelle le 23 février 1927. Après le discours du Ministre de l'Agriculture et celui du Président, M. Wéry, lecture a été donnée par le Secrétaire perpétuel, M. Hitier, des Rapports sur les récompenses décernées par l'Académie :

Diplôme d'Honneur : Les Services agricoles des Chemins de fer de l'Etat.

Mèdaille Olivier de Serres : M. Huffel, Sous-directeur honoraire de l'Ecole nationale des Eaux et Forêts.

Médailles d'or : M. André Leroy, Chef de Travaux de Zootechnie à l'Institut national Agronomique. — M. Barotte. — M. Marotel, Professeur de Parasitologie à l'Ecole nationale vétérinaire de Lyon. — M. L. Dollé. — M. J.-L. Thiébaut.

Médailles d'argent : M. Patriat, Directeur des Services vétérinaires de la Meuse. — M. F. Lourdel, Vétérinaire municipal de la ville de Blois. — M. Eloire. — M. Marcel Paon. — M. Jean Ponsard. — M. Tony Ballu, Chef de Travaux à l'Institut national agronomique.

Prix Dailly : M. Charles Steib, Agriculteur.

Prix Heuzè : M. Jean Guicherd, Inspecteur général de l'Agriculture.

Prix Parandier : M. Elisée Robin, Viticulteur.

Prix Viellard : M. Etienne Hubault, Inspecteur des Eaux et Forêts.

Prix Baron Gérard : 1er *prix*, M. Auguste Besson ; 2e *prix*, MM Touillon frères.

Prix de Béhague : M. Henri Corbières, Agriculteur.

Prix René F. Le Feuvre : Partagé entre MM. Erroux et Lalos, Instituteurs.

Congrès des Sociétés Savantes. — Le mardi 19 avril, à 14 heures, s'ouvrira à la Sorbonne le 60e Congrès des Sociétés Savantes. La séance de clôture sera présidée par le Ministre de l'Instruction publique, le samedi 23 avril à 14 heures.

Les demandes d'inscription au Congrès doivent être adressées au ministre (2e Bureau de l'Enseignement supérieur) avant le 25 mars.

Les communications destinées au Congrès doivent être envoyées de suite, accompagnées des dessins, photogra-

phies, cartes et d'un bref résumé, au Ministère de l'Instruction publique (2e Bureau de l'Enseignement supérieur).

Manufactures de l'Etat. — M. Callier, Ingénieur de 1re classe à la Manufacture des Tabacs de Nancy, est nommé Ingénieur en chef de 3e classe des Manufactures de l'Etat.

Société nationale d'Horticulture de France. — A l'occasion du Centenaire de sa fondation, la Société d'Horticulture organise au Cours la Reine deux Expositions internationales qui comporteront tous les produits se rapportant à l'Horticulture.

La première qui se tiendra du 25 mai au 3 juin inclus sera consacrée aux Roses, Rhododendrons et Orchidées, aux plantes de serre et de pleine terre, aux arbustes fleuris, aux fruits forcés, aux légumes de saisons, aux industries et beaux-arts horticoles, à l'architecture des jardins et aux publications horticoles.

La date de la 2e Exposition sera indiquée ultérieurement.

Carburant national. — Des démonstrations pratiques de carbonisation, de traction automobile au bois et au charbon de bois et d'exploitation forestière industrielle auront lieu à Menars, près de Blois, du 20 au 24 avril prochain. Elles comprendront également des essais d'abatage mécanique détaillés, d'extraction de souches, et de culture mécanique au moyen de véhicules tracteurs agricoles à gazogène.

La Direction générale des Eaux et Forêts et l'Office nationale des combustibles liquides prêtent leur concours à cette intéressante manifestation.

Association nationale et industrielle du bois. — Cette nouvelle Association qui vient de se fonder, sous la présidence de M. Y. Le Trocquer, a pour but de lutter contre le déboisement qui devient une menace redoutable pour la France. En effet, pour 100 hectares de bois que l'on coupe chaque jour, on n'en replante que 100 hectares par semaine. L'Administration des Forêts trouvera certainement dans l'Association un concours qui pourra lui être d'une grande utilité.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Les Cours, Conférences et Travaux pratiques du 2e semestre de l'année scolaire 1926-1927 se sont ouverts le mercredi 2 mars :

Analyse supérieure et algèbre supérieur. — M. Emile Picard, Professeur. — Quelques types d'équations fonctionnelles avec des applications diverses à l'analyse et à la physique mathématique. *Mercredis et Samedis à 10 h. 1/2.*

Calcul différentiel et Calcul intégral. — M. Goursat, Professeur. — Equations différentielles et équations aux dérivées partielles. *Lundis et jeudis à 9 heures.*

M. Denjoy, Professeur. — Conférences en vue du Certificat de Calcul différentiel et Calcul intégral. *Vendredis à 15 h. 3/4 et à 17 heures.*

Analyse appliquée a la Géométrie. — M. Julia, Professeur. — Questions diverses liées à la représentation conforme. *Mardis à 14 heures.*

Mécanique analytique et Mécanique céleste. — M. Jean Chazy, Chargé de Cours. — Géodésiques des ds^2 et applications de la Théorie de la Relativité à la Mécanique céleste. *Lundis et mercredis à 15 h. 1/4.*

Mécanique rationelle. — M. Paul Montel, Professeur. — Dynamique des systèmes et de la Mécanique analytique. *Mardis et samedis à 9 heures.*

M. Denjoy, Professeur. — Conférences de Mécanique rationnelle. *Samedis à 10 h. 1/2.*

M. E. Cahen, Chargé de Conférences. — Conférences de Mécanique rationnelle. *Vendredis à 9 heures.*

Mathématiques générales (Préparatoires aux Sciences physiques). — M. Jean Chazy, Chargé du Cours. — Seconde partie du Cours de Mathématiques générales. *Mardi et jeudis à 17 h. 1/2.*

M. Le Roy, Chargé de Conférences. — Conférences de Mécanique. *Mercredi à 17 h. 1/2.*

MM. E. Cahen et Michel, Chargés de Conférences. — Travaux pratiques de Mathématiques générales. *Lundis à 17 h. 1/2.*

Astronomie. — M. Andoyer, Professeur. — Théorie du mouvement de la Lune. *Lundis et mercredis à 9 heures.*

Mécanique physique et expérimentale. — M. G. Kœnigs, Professeur. — Moteurs thermiques et moteurs hydrauliques. *Mercredis et jeudis à 16 heures.*

Les Travaux pratiques auront lieu sous la direction de M. le Professeur Kœnigs pour tous les élèves, les *lundis et jeudis de 8 h. 1/2 à 12 heures.*

M. Villey, Chargé de Conférences. — Propriétés et utilisation des matériaux solides. *Mercredis à 17 h. 1/4.* Conférences et applications sur les diverses parties du programme.

Mécanique des fluides et applications. — M. Métral, Chargé du Cours. — Résistance générale des fluides (Etude complète du mouvement plan). *Mardis et jeudis à 17 h. 1/2.*

Des Conférences sur les sujets concernant la Mécanique des fluides seront faites par MM. Brillouin, Bouligand, Camichel, Eydoux, Hadamard, Roy, Villat, etc.

M. Toussaint, Chargé de Conférences. — Conférences sur l'Aérodynamique appliquée (Résistance des éléments d'un aéronef, Lois de similitude). *Mercredis à 17 h. 1/2.*

Physique. — M. Cotton, Professeur. — Electricité. *Mardis et vendredis à 10 h. 3/4.*

M. Darmois, Maître de Conférences. — Suite des leçons sur la Thermodynamique. *Mercredis à 14 heures.* Interrogations et exercices sur les matières du Cours (Thermodynamique optique). *Vendredis à 14 heures.*

M. A. Guillet, Professeur. — Compléments et exercices. *Lundis et jeudis à 14 heures.*

M. Décombe, Maître de Conférences adjoint, Sous-Directeur du Laboratoire d'Enseignement, dirigera les Manipulations de Physique, *tous les jours de 8 h. 1/2 à 11 h. 1/2.*

Physique théorique et Physique céleste. — M. Eugène Bloch, Professeur. — Théorie des quanta, bases expérimentales et premières applications. *Lundis à 10 h. 1/2.*

M. Bruhat, Maître de Conférences. — Physique solaire. *Mercredis à 15 h. 1/4.*

Electrotechnique générale. — M. Paul Janet, Professeur. — Les courants alternatifs et leurs applications industrielles. *Mardis et jeudis à 9 h. 3/4* (à l'Institut Pasteur, 21, rue Dutot).

Optique appliquée. — M. Ch. Fabry, Professeur. — Dix leçons sur la Photométrie. *Lundis et vendredis à 10 h. 3/4* (à l'Institut d'Optique, 3, boulevard Pasteur).

M. Desnoyer, Maître de Conférences. — Conférences sur les instruments d'optique. *Lundis et jeudis à 9 h. 1/4* (à l'Institut d'Optique.

M. Henri Chrétien, Chef des Travaux. — Conférences

sur le calcul des systèmes optiques. *Mardis et samedis à 9 h. 1/2.* Travaux pratiques, le *lundi et le mardi à 14 heures* (à l'Institut d'Optique).

Physique du Globe, — M. Maurain, Doyen, Professeur dirigera des visites et exercices pratiques dans les stations d'observations.

M. Dongier, Professeur. M. Labrouste, suppléant. — Propriétés générales de l'atmosphère, Circulation, Phénomènes optiques. *Vendredis à 16 heures* (à l'Institut de Géographie). — Climatologie. *Samedis à 10 h. 1/2* (au Laboratoire de Géographie physique).

M. Labrouste, Physicien adjoint. — Travaux pratiques. *Jeudis de 9 à 12 heures.*

Aviation. — M. Marchis, Professeur. — Cours préparatoires au Certificat de Technique aéronautique. *Mardis et Jeudis à 17 h. 1/2.*

M. Toussaint, Chargé de Conférences. — Méthodes de mesure en aérodynamique. Travaux pratiques à l'Institut aérotechnique de Saint-Cyr. *Samedis après midi.*

Chimie. — M. Urbain, Professeur. — Métaux de la famille du fer. Thermodynamique chimique. *Mardis à 14 heures.*

M. A. Job, Professeur. — 1° L'atomistique des réactions et l'évolution des systèmes chimiques. *Jeudis à 9 heures;* 2° La chimie des métalloïdes, famille de l'oxygène, famille du chlore. *Lundis à 9 heures.*

M. Marcel Guichard, Professeur. — Etude de quelques métalloïdes et métaux. *Mercredis et Vendredis à 10 h. 1/2.*

M. Auger, Professeur. — Conférences de chimie analytique. *Mardis et Vendredis à 9 heures.*

M. Gain, Maître de Conférences adjoint. — Manipulations de Chimie générale. *Jeudis de 16 h. 1/2 à 18 h. 1/2 et Vendredis de 13 h. 1/2 à 17 heures.*

Mme Ramart-Lucas, Maître de Conférences. — La série aromatique. *Lundis à 10 h. 1/2 et Mercredis à 9 heures.*

M. Marquis, Maître de Conférences adjoint. — Conférences de chimie organique : Série grasse à partir des acides inclus. *Jeudis à 10 h. 1/2 et Samedis à 15 heures.*

Chimie physique. — M. Jean Perrin, Professeur. — Dirigera des Conférences et discussions sur les Travaux de recherches en cours d'exécution au Laboratoire. *Lundi à 16 heures* (Réservé aux travailleurs du Laboratoire).

M. Mouton, Maître de Conférences. — Conférences sur les substances à l'état colloïdal (sols et gels), en particulier sur les substances ayant une importance biologique.

Physique générale et Radioactivité. — M. Debierne, Maître de Conférences. — Conférences de Chimie Physique et Radioactivité (Les propriétés des électrolytes). *Jeudis à 14 heures.*

Chimie biologique. — M. Gabriel Bertrand, Professeur. — Composition élémentaire de la matière vivante. *Mardis et vendredis à 14 heures* (Institut Pasteur).

M. Javillier, Maître de Conférences. — Conférences sur le fonctionnement chimique des organismes. *Lundis et samedis à 17 h. 1/2.*

Travaux pratiques, *mercredis et samedis de 14 heures à 17 h. 1/2.*

Etude des combustibles. — M. Mailhe, Professeur, dirigera des Conférences sur les Travaux du laboratoire. *Lundis et mardis à 17 heures.*

Chimie appliquée. — M. C. Chabrié Professeur. — Composés du Potassium; métallurgie des métaux alcalins; étude des pierres précieuses; sucrerie et fabrication de l'alcool. *Mardis à 11 heures.*

M. Boulanger, Chef des Travaux, dirigera les manipulations *les lundis et jeudis à 13 h. 1/2, et les mardis et mercredis à 14 heures.*

Minéralogie. — M. Wallerant, Professeur. — Propriétés optiques, polymorphisme et isomorphisme des cristaux. *Lundis et jeudis à 10 h. 3/4.*

M. Mauguin, Professeur. — Description des espèces minérales. *Mercredis et samedis à 8 h. 3/4.* Travaux pratiques. *Mercredis et samedis de 9 h. 3/4 à 12 heures.*

Anatomie et histologie comparées. — M. Wintrebert, Professeur. — Vertébrés. Crâne des amniotes, ceintures et membres des Tétrapodes. *Mardis et jeudis à 16 heures.* Travaux pratiques (certificat de zoologie). *Jeudis et vendredis de 8 h. 1/2 à 12 heures.*

Zoologie. — M. Hérouard, Professeur. — Morphologie des Echinodermes, des Arthropodes et des Mollusques. *Mardis et jeudis à 14 h. 1/2.*

Biologie expérimentale. — M. E. Rabaud, Professeur. — Le parasitisme au point de vue du comportement et de l'adaptation. *Mardis et mercredis à 10 heures.* Travaux pratiques *samedis à 14 heures.*

Physiologie végétale. — M. Molliard, Professeur. — Les phénomènes de nutrition chez les végétaux. *Jeudis et samedis à 10 h. 1/2.*

Physiologie générale. — M. Lapicque, Professeur, dirigera des Conférences sur les recherches en cours au Laboratoire. *Mercredis à 14 heures.*

M. Laugier, Chef des Travaux, dirigera les Travaux pratiques en vue du certificat. *Mercredis à 8 h. 1/2 et jeudis à 13 heures.*

Physiologie comparée. — M. Portier, Professeur. — Etude du système nerveux et des glandes à sécrétion interne dans la série animale. *Mercredis et vendredis à 17 heures.*

Evolution des êtres organisés. — M. F. Picard, Maître de Conférences d'embryologie générale, variation, action du milieu, théories de l'évolution. *Lundis et mardis à 17 heures.* Travaux pratiques du Certificat de Biologie générale. *Lundis de 13 h. 1/2 à 17 heures.*

Botanique. — M. Combes, Maître de Conférences. — Plantes appartenant au groupe des Dicotylédones gamopétales, *Lundis à 17 heures et vendredis à 10 h. 1/2.*

M. H. Coupin, Maître de Conférences adjoint dirigera les Manipulations. *Lundis de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2 et mardis de 8 h. 1/2 à 11 h. 1/2.*

Géologie. — M. A. Michel-Lévy, Professeur. — Conférences de Pétrographie. *Lundis et mardis à 11 heures.*

M. Joleaud, Maître de Conférences. — Conférences de Paléontologie (Vertébrés) et de stratigraphie (Terrains tertiaires et quaternaires). *Mercredis et jeudis à 11 heures.*

M. A. Lanquine, Chef des Travaux. — Travaux pratiques de géologie. *Mardis, mercredis et jeudis de 9 h. à 11 heures.*

Géographie physique. — M. L. Lutaud, Professeur. — Conférences complémentaires sur le programme du Certificat de Géographie physique. *Jeudis à 14 h. 1/2.* Il dirigera, en outre, des excursions dans la Région parisienne et dans le Jura méridional.

M. Dongier, Professeur. M. Labrouste, Suppléant. — Climatologie générale. Etude détaillée de la Climatologie de la France et des Colonies. Interprétation des cartes synoptiques quotidiennes. *Samedis à 10 h. 1/2.*

M. Jacques Bourcart, Chef des Travaux. — Travaux pratiques de Géographie physique. *Lundis et mercredis de 14 h. 1/2 à 16 h. 1/2.* — Conférences de Topographie. *jeudis à 16 heures.*

. **Enseignement préparatoire au Certificat d'Etudes physiques, chimiques et naturelles.** — PHYSIQUE. — 1re *Section.* — M. H. Bénard, Professeur. — Acoustique, Optique, Radiations. *Lundis et mardis à 9 heures.*

Conférences préparatoires aux Certificats d'études S.P.C.N. et M.P.C. *Lundis à 16 h. 1/2.*

2e *Section.* — M. A. Dufour, Chargé de Cours. — Electromagnétisme, Acoustique, Optique. *Jeudis et samedis à 9 heures.*

M. Cheneveau, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Physique les *lundis, mardis, vendredis et samedis de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2.*

CHIMIE. — 1re *section.* — M. Freundler, Chargé de Cours. Métaux et composés organiques. *Jeudis et vendredis à 9 heures.*

Conférences préparatoires aux Certificats S.P.C.N. et M.P.C. *Mercredis à 16 h. 1/2.*

M. Etaix, Maître de Conférences adjoint. — Manipulations de Chimie. *Lundis et mercredis de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2.*

2e *section.* — M. Péchard, Professeur. — Métaux, Chimie organique. *Lundis et mercredis à 9 heures.*

M. Gain, Maître de Conférences adjoint. — Manipulations de Chimie. *Mardis et jeudis de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2.*

ZOOLOGIE. — M. Rémy Perrier, Professeur. — Etude des Groupes zoologiques les plus importants. *Jeudis à 10 h. 1/2* (section paire); *Vendredis à 10 h. 1/2* (section impaire).

M. Bohn, Maître de Conférences adjoint. — Manipulations de zoologie. *Lundis, mardis, mercredis et jeudis de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2.*

BOTANIQUE. — M. Guilliermond, Chargé de Cours. — Physiologie végétale, Classification et Reproduction des plantes. *Lundis et mardis à 10 h. 1/4* (section impaire); *mercredis et samedis à 10 h. 1/4* (section paire).

M. Dauphiné Chef des Travaux pratique, dirigera les Manipulations de Botanique les *mercredis, jeudis, vendredis et samedis de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2.*

GÉOLOGIE. — M. Dereims, Professeur. — Leçons de Géologie préparatoires au Certificat S.P.C.N. *Mardis et jeudis à 16 h. 1/4.*

Les leçons seront complétées par des travaux pratiques et des excursions.

— *Ecole normale supérieure:* — Les dates des épreuves écrites du concours de 1927 pour l'admission à l'Ecole normale supérieure et l'obtention des bourses de licences (voir *Revue Scientifique* du 22 janvier 1927, page 60), sont modifiées comme suit :

SECTION DES SCIENCES : 2 juin : 8 à 14 h. — Groupe 1 : Mathématiques. Groupe 2 : Physique.

3 juin : 8 à 14 h. — Groupe 1 : Physique. — 8 à 12 h. — Groupe 2 : Chimie.

4 juin : 8 à 11 h. — Groupe 1 et 2 : Composition française. — 11 à 16 h. — Groupes 1 et 2 : Versions.

7 juin : 8 à 12 h. — Groupes 1 et 2 : Mathématiques.

8 juin : 8 à 12 h. — Groupe 2 : Sciences naturelles.

Muséum national d'Histoire naturelle. — COURS DE PHYSIQUE VÉGÉTALE. — M. Marc Bridel, Professeur, a fait sa leçon inaugurale le 11 mars 1927. Il continuera le cours les mercredis et vendredis de chaque semaine à 17 h. 1/4 (Amphithéâtre de Physique végétale).

Dans la 1re partie du Cours, le Professeur étudiera les méthodes biochimiques de recherches des sucres et des glucosides dans les végétaux ainsi que les divers produits fermentaires utilisés dans ces méthodes.

Dans la 2e partie du Cours, il traitera de l'emploi des méthodes biochimiques au cours des recherches sur les fonctions de nutrition chez les végétaux.

Des exercices pratiques auront lieu au laboratoire le jeudi et le samedi, dans l'après-midi et porteront sur la préparation des produits fermentaires et sur l'application des méthodes biochimiques à diverses plantes.

— COURS DE ZOOLOGIE. *Malacologie.* — M. L. Joubin, Membre de l'Institut, Professeur, a commencé son Cours le 26 février et le continuera les mardi, jeudi et samedi de chaque semaine à 10 heures (Salle des Cours des Galeries de Zoologie) 1er étage).

Le Professeur étudiera les Brachiopodes et leurs relations avec les groupes zoologiques voisins.

— CONFÉRENCES DU DIMANCHE. — Les Conférences du Dimanche ont commencé le 27 février à 15 heures dans le grand Amphithéâtre du Muséum. Elles ont lieu dans l'ordre suivant :

27 février. — M. le Dr Charcot : « Le *Pourquoi-Pas?* au Groenland ».

6 mars. — M. le Dr Jeannel : « Dans les montagnes de la Transylvanie ».

13 mars. — M. Bridel : Les plantes employées en médecine populaire et leurs principes actifs ».

20 mars. — M. Bourdelle : « Les monstres chez les Mammifères et chez les Oiseaux. De la légende à la réalité ».

3 avril. — M. Ed. Mérite : Pièges et cages à travers le monde ».

Ecole nationale supérieure des Mines. — Le concours de 1927 pour l'admission des ingénieurs et ingénieurs adjoints des Travaux Publics de l'Etat (Service des Mines) comme élèves ingénieurs à l'Ecole Nationale supérieure des Mines, s'ouvrira le 7 juin 1927.

Le nombre des places mises au concours sera fixé ultérieurement.

Les demandes d'admission devront être présentées avant le 1er avril 1927 et parvenir au Ministère pour le 1er mai au plus tard avec l'avis motivé des chefs hiérarchiques et des préfets.

Service des poudres. — Un concours pour 8 places d'Agent chimiste militaire de 3e classe des Poudres sera ouvert le 9 mai 1927.

L'examen écrit aura lieu dans les poudreries les plus rapprochées de la résidence des candidats, choisies comme centre d'examen.

L'examen oral sera passé à Paris.

Conformément aux dispositions de l'article 16 de la loi du 25 mars 1914, sont admis à prendre part à ce concours : les candidats soit licenciés ès-sciences (avec certificat de chimie générale), soit anciens élèves diplômés de l'Ecole Polytechnique, de l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, des Ecoles d'Arts et Métiers ou des Ecoles de Chimie industrielle ci-après désignées : Ecole de physique et de chimie de la ville de Paris, Institut de chimie appliquée de la Faculté des Sciences de Paris, Institut de chimie appliquée de Toulouse, Ecole de chimie industrielle de Lyon, Institut de chimie de Lille, Institut chimique de la Faculté des Sciences de Montpellier, Ecole de chimie appliquée de Bordeaux, Ecole de chimie appliquée de Nancy, Ecole de chimie de Mulhouse, Ecole de la Faculté des Sciences de Marseille, Institut industriel du Nord de la France à Lille, Institut de chimie de Besançon, Institut polytechnique de Bretagne, Institut polytechnique de l'Ouest, Institut chimique de Rouen, Institut de chimie de Strasbourg, Ecole de chimie industrielle annexée à l'Ecole préparatoire à l'Enseignement supérieur des

Sciences et des Lettres de Rouen, Laboratoire de chimie industrielle de la Faculté des Sciences de Caen, Institut de chimie et de technologie industrielles de l'Université de Clermont-Ferrand, Ecole centrale lyonnaise.

Pour être admis au concours, les candidats doivent être français, avoir satisfait aux obligations militaires et pouvoir compter trente ans de services militaires à cinquante-huit ans d'âge. Ils doivent, en outre, présenter toutes les garanties d'aptitude physique nécessaires.

La clôture de l'inscription des candidats est fixée au 10 avril 1927.

Le programme des connaissances exigées (arrêté du 8 juin 1914, annexe n° 2, modifié par celui du 9 décembre 1920) a été publié au *Journal officiel* du 18 décembre 1920, page 20878 et au *Bulletin officiel* du Ministère de la guerre (année 1920, p. 4730).

Pour tous renseignements, s'adresser à l'Inspection générale des Poudres, 12, quai Henri IV, Paris.

Ecole nationale d'Agriculture de Rouen. — Deux concours sur titres et sur épreuves auront lieu à l'Institut National Agronomique, pour la nomination de deux Professeurs à l'Ecole nationale d'Agriculture de Rennes.

1er *concours.* — Le 28 mars 1927 à 7 h. 30, pour la nomination d'un Professeur d'Economie et de Législation rurales.

2e *concours.* — Le 4 avril 1927 à 7 h. 30, pour la nomination d'un Professeur de Technologie agricole.

Pour être admis à concourir, les candidats devront avoir 35 ans au plus le jour de l'ouverture du concours à l'exception des fonctionnaires de l'Etat, déjà commissionnés.

Les candidats devront adresser leur demande 15 jours avant l'ouverture des concours à M. le Ministre de l'Agriculture (Direction de l'Agriculture, 1er bureau).

Pour les programmes de ces concours et les pièces qui doivent accompagner les demandes des candidats, voir le *Journal Officiel* du 2 mars 1927, page 2582.

L. F.

NÉCROLOGIE

M. Daniel Berthelot. — Nous apprenons au moment de mettre sous presse la mort de M. Daniel Berthelot, Membre de l'Académie des Sciences et de l'Académie de Médecine, ancien Président de la Société Française de Physique. Il était né le 8 décembre 1865. Préparateur du Cours de Physique à la Sorbonne en 1888, il présentait en 1891 une thèse de doctorat-ès-sciences sur *Les conductibilités électriques des acides organiques et de leurs sels*. Depuis 1894, il était Professeur de Physique à la Faculté de Pharmacie.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

The chemical action of ultra-violet rays, par Carleton Ellis et Alfred A. Wells. In-8° de 362 pages avec 85 figures. The Chemical catalog Company, New-York. — Prix : 5 sh.

On sait que le spectre visible se prolonge au-delà du violet dans une zone comprenant des radiations invisibles mais susceptibles de révéler leur existence par des actions chimiques, qu'on appelle radiations ultra-violettes. Toute source de lumière en émet avec d'autant plus d'intensité que sa température est plus élevée. Certaines sources, et notamment la lampe en quartz à vapeur de mercure, l'arc à électrodes de fer, les fournissent avec une abondance particulière. Le principal obstacle à leur étude a été, pendant longtemps, la facilité avec laquelle elles sont absorbées. L'air lui-même arrête celles dont la longueur d'onde est inférieure à 0 μ 17, sous une épaisseur de quelques centimètres. Tout un matériel en quartz est nécessaire, qui n'a pu être construit facilement qu'à partir du jour où on a su travailler la silice fondue. A l'heure actuelle, les recherches dont les radiations ultra-violettes ont été l'objet sont extrêmement nombreuses et un ouvrage en donnant un aperçu général avait chance d'être particulièrement bien accueilli par un grand nombre de spécialistes. Physiciens, chimistes, biologistes et médecins, trouveront dans celui que nous analysons un exposé clair et ordonné des connaissances actuellement acquises sur les rayons ultra-violets, basées sur une documentation abondante et sûre.

Après quelques considérations générales relatives à la nature des rayons ultra-violets, les auteurs décrivent les sources les plus employées de ces rayons, les verres protecteurs et les filtres permettant de les isoler d'autres radiations. Mais la partie la plus importante de l'ouvrage est consacrée à l'étude des réactions photochimiques. Tout un chapitre traite des hypothèses faites pour interpréter le mécanisme de ces réactions sur lequel la théorie des quanta a jeté un jour nouveau. Les diverses transformations portant sur les corps de la chimie minérale aussi bien que sur ceux de la chimie organique qui sont sensibles à l'action des rayons ultra-violets font l'objet de plusieurs chapitres; les auteurs n'ont garde d'omettre les intéressantes recherches permettant d'espérer une synthèse prochaine des protéines sous l'influence des rayons ultra-violets. Le reste de l'ouvrage est consacré aux actions biologiques des rayons ultra-violets et à diverses applications : stérilisation des eaux, photothérapie, blanchiment, atténuation des teintes des étoffes, etc. La simple énumération qui précède suffit à montrer l'abondance et l'intérêt des questions traitées.

L'ouvrage est édité avec beaucoup de soin et richement illustré.

A. Bc.

Les physiciens hollandais et la méthode expérimentale en France au XVIIIe siècle, par P. Brunet. In-8° de 154 pages. Librairie scientifique A. Blanchard, Paris 1925. — Prix : 14 francs.

L'ouvrage de M. Brunet est l'historique du rôle qu'a joué l'école hollandaise de physique dans l'établissement de la méthode expérimentale en France. Très exactement documenté, abondant en citations empruntées aux écrits de l'époque, c'est un livre très curieux qui mérite d'attirer l'attention de tous ceux qui s'intéressent à l'évolution des idées et des méthodes de la science. Nous avons pris pour notre part, grand plaisir à le lire et le recommandons à nos lecteurs.

Dans l'introduction, l'auteur expose sa conception de l'histoire des sciences. Celle-ci ne doit pas être seulement l'histoire des découvertes faites en vue de préciser les antériorités, mais plutôt celle du mouvement des idées qui ont préparé et rendu possibles les découvertes. Le livre est conçu d'après cette saine méthode.

L'école hollandaise, qui comptait parmi ses plus éminents représentants s'Gravesande, Musschenbroek, Boerhaave, essaya de réagir en science contre le cartésianisme, dont la méthode, trop déductive, convenait mal aux sciences de la nature et propagea la méthode expérimen-

tale dont Newton venait de se faire le protagoniste et le théoricien. « Quiconque, écrit s'Gravesande, en rejetant une hypothèse, ne raisonne en physique que d'après les phénomènes et qui, autant que cela dépend de lui, observe soigneusement cette méthode, marche sur les traces de Newton ».

En France, l'abbé Nollet comprit, à la suite de l'Ecole hollandaise, l'importance des expériences. Ses leçons de physique, qui furent publiées, étaient surtout d'ordre expérimental.

On ne peut que souscrire pleinement à la citation de Libes par laquelle l'auteur termine son intéressant ouvrage : « Tous deux s'Gravesande et Musschenbroek), servirent la physique par des leçons, par des écrits et par des découvertes. Tous deux, fidèles à suivre la méthode de Newton, bannirent les hypothèses et ne reconnurent d'autres principes que ceux qui sont démontrés par l'expérience, confirmés par la géométrie. Tous deux jouirent sans rivalité, ou du moins sans jalousie, d'une grande réputation; et la postérité, qui pèse dans une balance plus exacte le mérite et les talents, leur accordera sans doute une portion de gloire proportionnée au nombre et à l'importance des services. » A. Bc.

Aujourd'hui et demain, par Henry Ford, avec la collaboration de Samuel Crowther, traduit de l'anglais par L. F. Alaux et P. Hollard. In-8° de 348 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Ce nouvel ouvrage du grand industriel américain continue et complète l'exposé, commencé il y a trois ans dans « Ma vie et mon œuvre », de ses idées en matière d'organisation industrielle et sociale. On sait qu'elles se ramènent à l'application forcenée de ce principe d'économie que Leibniz appelait si bien le « principe du meilleur » et que M. Ford formule : la meilleure qualité au plus bas prix et pour le plus grand nombre; d'où guerre impitoyable au gaspillage sous toutes ses formes, spécialisation et standardisation, maximum de travail dans le minimum de temps grâce aux salaires maxima. Les critiques injustifiées dont a été l'objet ce dernier précepte semblent s'évanouir devant l'énoncé des succès dont il a été couronné partout où il a été mis en pratique, c'est-à-dire dans toutes les branches de l'industrie et dans toutes les parties du monde auxquelles s'étend à présent le réseau des usines Ford. Chemin faisant, l'auteur raille les méthodes routinières, les bureaucrates, les politiciens et les financiers; il donne son avis, toujours basé sur des expériences personnelles, concernant l'agriculture, l'hygiène, l'éducation, la morale, voire la danse et l'art : tout cela avec bonhomie et simplicité, et non sans humour. Au total, un livre qui peut intéresser tout le monde et dont tout le monde doit tirer profit.

R. Troude.

Annuaire du monde musulman statistique, historique, social et économique rédigé par L. Massignon. 2e année (1925). Fascicule I. In-8° de 109 pages. Leroux, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

M. L. Massignon continue la publication de son précieux Annuaire du Monde musulman, dans une 2e édition, largement remaniée et parfaitement mise à jour. Il y réunit une abondante documentation, source de renseignement aujourd'hui indispensable aux islamisants. Le fascicule I, seul encore paru, donne un index général de la presse musulmane, une liste des centres d'études linguistiques et culturelles des peuples islamiques, les divers calendriers musulmans pour 1924-1929, la chronologie de l'évolution des pouvoirs exécutif, législatif et judiciaire de l'Islam, un sommaire des événements intéressant le milieu musulman pour 1923, 1924 et 1925, enfin des notices détaillées sur les divers pays de l'Arabie et sur les trois contrées de l'Afrique du Nord française. La situation politique des pays arabes, si instable depuis la grande guerre et mal connue dans les milieux éclairés d'Europe, est définie avec une heureuse largeur de vue par le professeur au Collège de France : elle rendra de grands services à ceux qui ont la charge d'assurer des directives à notre politique musulmane. Enfin, l'exposé synthétique sur l'Algérie, la Tunisie et le Maroc, qui termine l'ouvrage, constitue une très intéressante mise au point de notre connaissance générale du milieu arabo-berbère de l'Afrique du Nord : il faut souhaiter que ce livre propage dans le public français des idées exactes sur notre riche domaine transméditerranéen et sur les populations qui l'habitent, populations qui peuvent contribuer si utilement au relèvement de notre puissance économique. L. Joleaud.

L'éclairage, par L. Fournier. Un vol. in-8° (Bibliothèque des merveilles) de 192 pages avec 155 gravures. Librairie Hachette, Paris 1925. — Prix broché : 7 fr. 50.

L'éclairage joue un rôle de plus en plus important dans la vie moderne. Qu'il s'agisse de chantiers, d'ateliers, de salles de spectacle, de salons ou de cabinets d'étude, il convient que l'éclairage soit approprié aux effets à obtenir. Aussi chacun a-t-il intérêt à connaître les moyens que la science met à notre disposition pour réaliser cet éclairage optimum. On les trouvera étudiés avec beaucoup de clarté et de précision dans le livre de M. Lucien Fournier. Tout ce qui se rapporte, de près ou de loin, à l'éclairage est exposé avec beaucoup de simplicité; de nombreux schémas, de très belles reproductions photographiques illustrent le livre et en augmentent l'agrément et la clarté.

Après avoir esquissé à grands traits l'évolution des procédés d'éclairage depuis l'antique torche de résine jusqu'aux lampes les plus modernes, l'auteur revient sur les diverses sources lumineuses actuellement utilisées en insistant, comme il convient, sur leur rendement, leurs avantages et leurs défauts. Il définit soigneusement les termes utilisés dans la technique de l'éclairage et indique comment on peut mesurer les diverses grandeurs photométriques. Puis il étudie successivement : les appareils modernes d'éclairage, les appareils correcteurs, les feux maritimes et aériens, les projecteurs et les appareils de projection, l'éclairage au théâtre, la lumière froide. A. Bc.

Les progrès de la fonderie (moulage et fusion); par C. Derulle, ingénieur-conseil. In-16 de 256 pages avec 102 figures. (*Encyclopédie Léauté*, 2e série), Masson et Gauthier-Villars, éditeurs à Paris. — Prix : 20 francs

Il ne faut pas chercher dans ce livre ce que l'auteur n'a pas voulu y mettre, savoir l'étude scientifique des phénomènes de fusion, des matières premières ou des produits métallurgiques eux-mêmes. C'est, dit M. Léon Guillet, à la fin d'une courte préface « une mise à la page du petit volume publié jadis par mon éminent prédécesseur dans la chaire de métallurgie du Conservatoire des Arts et Métiers, Le Verrier » et l'on ne peut faire un meilleur éloge.

L'auteur nous montre les progrès accomplis au cours de ces dernières années dans les procédés de fabrication, particulièrement des appareils et machines relatifs au moulage et à la fusion.

C'est un ouvrage d'intérêt pratique qui aidera au mou-

vement créé en France par l'Association technique de fonderie, afin de réaliser des progrès dans une industrie disséminée en de petits ateliers où il est bien difficile de faire pénétrer des machines nouvelles.

Ed. M.

Les fonctions quasi-analytiques. — Leçons professées au Collège de France par M. T. Carleman, professeur à l'Université de Stockholm. In-8 de 115 pages (*Collection Borel*). Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

Les fonctions quasi-analytiques généralisent les fonctions analytiques par la propriété d'être complètement déterminées dans tout leur domaine de définition, dès qu'elles le sont dans une partie arbitrairement petite de ce domaine. M. E. Borel les a rencontrées, pour la première fois, au cours de ses belles recherches sur le prolongement analytique, puis MM. Hadamard et Holmgren ont observé des effets de quasi-analyticité en étudiant les solutions de certaines équations aux dérivées partielles. Enfin, tout récemment, M. Denjoy a donné une condition suffisante pour la quasi-analyticité d'une classe de fonctions d'une variable réelle dans un intervalle. Cette découverte de M. Denjoy a été le point de départ d'une série de travaux très profonds de M. T. Carleman : ce sont eux qui font l'objet du volume actuel. Ils réalisent, dans tout le sens de ce mot, une théorie des fonctions quasi-analytiques à variables réelles, dont les relations avec d'autres problèmes importants (séries divergentes, séries asymptotiques, problème des moments, fractions continues de Stieltjès) sont bien mises en évidence. L'auteur aboutit à une condition nécessaire et suffisante pour qu'une fonction indéfiniment dérivable soit quasi-analytique et étudie la détermination effective d'une fonction remplissant cette condition, lorsqu'on donne la suite de ses dérivées en un point. Il n'est pas nécessaire d'en dire plus long pour faire comprendre l'influence que le livre de M. Carleman est appelé à exercer sur l'activité des mathématiciens.

G. Boulicaud.

Théorie quantique des spectres. — **La Relativité** (Supplément à l'ouvrage : *La Théorie électrique moderne*), par Norman Robert Campbell. Traduit de l'anglais par A. Corvisy. In-8° de 238 pages. Hermann, éditeur, Paris 1924. — Prix : 18 fr.

M. Campbell, pour compléter son ouvrage sur les théories électriques modernes, a publié, sur les questions les plus récentes de la physique, des monographies qui peuvent être considérées comme des suppléments à cet ouvrage. Elles ont été fort bien traduites par M. Corvisy à qui les lecteurs français sauront gré de pouvoir prendre connaissance des exposés si clairs et en même temps si originaux de M. Campbell.

Le volume que nous analysons comprend deux monographies, l'une sur la théorie quantique des spectres et l'autre sur la relativité.

Dans la première, l'auteur a résumé tout ce que les théories de Bohr, avec les compléments que leur a apportés Sommerfeld, nous apprennent sur l'origine des spectres. Dans la seconde, on trouvera un exposé critique et fort suggestif des théories de la relativité. On notera cette heureuse définition de la relativité : « Les lois du mouvement dont s'occupait Newton sont celles qui déterminent dans quelles conditions les corps sont mis en mouvement et comment leur mouvement peut être changé. Les lois du mouvement qui originairement ont suscité les principes de relativité sont celles qui déterminent comment les propriétés des corps sont affectées par le fait de leur mouvement, sans s'occuper des moyens par lesquels le mouvement est produit ou maintenu ». Ce qu'il dit de l'utilité et de la portée de ces théories ne nous paraît pas moins juste : « L'utilité, c'est la coordination d'un grand nombre de lois séparées qui, si l'on ne considère pas les principes, restent sans liaison avec elles. Tant que la théorie ne sera pas ramenée à une forme que tous peuvent comprendre de la même façon, on pourra toujours douter que son contenu ait été complètement épuisé. C'est là, je crois, un des principaux obstacles à une confiance complète ».

A. Bc.

Brasserie et Malterie, par P. Petit, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy avec la collaboration de J. Raux et L. Pierre. *Nouvelle édition*. Deux vol. in-8° de 1025 pages avec 338 figures. Gauthier-Villars, éditeur Paris. — Prix : 110 francs.

Cette nouvelle édition de l'important traité de Brasserie de M. Petit constitue à vrai dire un livre nouveau. Le plan général est demeuré le même, mais le développement donné à certaines questions a forcé l'auteur et ses collaborateurs à augmenter notablement le nombre des chapitres. Bien que l'ouvrage reste destiné surtout aux praticiens, certaines notions théoriques importantes y ont été introduites (notamment colloïdes, concentration en ions H) et une place plus large y a été réservée à l'exposé des diverses doctrines et hypothèses relatives à un même sujet.

Cette nouvelle édition comporte deux volumes très abondamment illustrés de bonnes figures qui, en ce qui concerne le matériel, sont toutes schématiques, de manière que le lecteur puisse suivre le fonctionnement des appareils ou des mécanismes sans être troublé par des détails de construction variables d'une usine à l'autre. Le premier volume est consacré aux généralités chimiques, biochimiques et microbiologiques, à l'étude des matières premières et surtout au travail de la malterie. Dans le second volume on trouvera la description du matériel de la brasserie et de tous les procédés de brassage; d'importants chapitres y ont été réservés aux accidents de fabrication, au contrôle de celle-ci, à l'utilisation des sous-produits et enfin au rôle alimentaire et hygiénique de la bière et de la levure. L'ouvrage se termine par une très intéressante notice sur l'organisation et l'enseignement de l'Ecole de Malterie et de Brasserie de l'Université de Nancy que dirige M. Petit et où enseignent également MM. Raux et Pierre.

Ainsi remanié et mis à jour de tous les progrès de la science et de la technique, la nouvelle édition de ce Traité aura certainement beaucoup de succès dans tous les milieux qui s'intéressent à la pratique industrielle des fermentations et surtout parmi les techniciens auxquels incombe la charge de développer ou de perfectionner une des plus florissantes industries agricoles de nos provinces du Nord et de l'Est.

A. B.

The Theory of Functions of a real variable and the theory of Fouriers Series, par E. W. Hobson, 2 vol. in-8° de 670 et 780 pages avec figures, Seconde édition. Cambridge University Press, 1926. Prix du Tome I : 45 sh. Tome II : 50 sh.

On se représente parfois les mathématiques comme à l'abri de ces transformations profondes qui s'accomplissent dans d'autres domaines. On se convaincra du contraire en examinant d'un peu près le traité de M. Hobson et mesurant la distance qui le sépare de livres encore tout récents. Déjà apparent sur la première édition, ce contraste entre l'Analyse du XIX^e^ siècle et celle du XX^e^ s'affirme avec force dans la seconde. Ses deux volumes forment une encyclopédie, judicieusement ordonnée, d'acquisitions jusqu'à présent très disséminées.

Au fur et à mesure que les exigences de la rigueur se sont faites plus impérieuses, on a dû élucider ce qui touche aux principes des mathématiques. Cette œuvre de reconstruction s'est accomplie, pendant la seconde moitié du XIXe siècle, sous l'influence de Cantor et de Dedekind, tandis qu'apparaissait l'impossibilité de séparer les concepts et les postulats analytiques des prémisses de la géométrie. L'emboîtement des groupes et sous-groupes par lequel on distingue les propriétés topologiques, les propriétés linéaires et les propriétés métriques s'est imposé comme un cadre indispensable au dévelopement de théories nombreuses : aujourd'hui, on ne saurait traiter systématiquement des ensembles, par exemple, sans faire la part de ces distinctions.

L'exposé de M. Hobson respecte scrupuleusement cette hiérarchie, peu marquée dans les traités antérieurs. Il donne au lecteur des idées précises sur la structure du continu et les postulats qui la déterminent. J'insiste sur ce point : l'intérêt de cette manière de faire n'est pas purement philosophique. Elle vous mène à la conviction que la technique démonstrative fait appel à des procédés permanents, appropriés au caractère des notions présentes dans les propositions à établir, je veux dire surtout : à leur champ d'invariance.

Ne pouvant entreprendre une analyse détaillée, j'ai donné idée, par ce qui précède, de la substance de la première moitié du tome I : idée bien incomplète, si l'on songe à la richesse des matières, au nombre et à la variété des problèmes, souvent difficiles, et toujours traités avec la même correction impeccable ! Des questions particulièrement ardues, comme celle des nombres transfinis cardinaux ou ordinaux et comme toutes celles qui tirent leur origine de la théorie des ensembles, sont situées à leur juste place et transformés en instruments très efficaces pour les raisonnements ultérieurs.

C'est sur ces solides assises que l'Auteur a étayé son exposé de la théorie des fonctions. Une énumération des matières abordées, nécessairement incomplète, n'apprendrait rien à nos lecteurs et même leur masquerait, par sa ressemblance obligée avec des énumérations analogues, le caractère vraiment original de l'ouvrage que nous leur présentons. Qu'il nous suffise de souligner l'ampleur prise, dans cet exposé, par la théorie de l'intégration sous toutes ses formes, depuis les plus anciennes jusqu'aux plus récentes. C'est par là qu'on juge vraiment des progrès accomplis et qu'on mesure l'utilité profonde de notions restées pendant longtemps insoupçonnées.

Cette théorie de l'intégrale, qui occupe à elle seule près d'un tiers du tome premier, joue encore un rôle très actif dans le second ; et cela, par la force des choses puisque ce volume a pour objet général l'étude des suites de nombres et des suites de fonctions (dont les séries trigonométriques ne sont qu'un cas particulier, propre à fournir la matière d'un chapitre, d'un long chapitre il est vrai) ; or, dans l'analyse contemporaine, où on étudie les fonctionnelles d'après leurs modes de continuité, on peut dire que le problème de l'intégration des suites s'identifie avec l'intégration pure et simple. Ce point de vue amène l'Auteur à présenter des travaux récents de MM. W. H. Young, L. Tonelli, O. Perron, complétant de la manière la plus opportune l'exposé des deux derniers chapitres du tome I. Il est établi notamment que l'intégrale de Perron (dont la définition très simple se fonde sur une démarcation par majorantes et minorantes) équivaut à la totalisation de M. A. Denjoy.

J'ai tenu à citer cet exemple pour montrer aux savants spécialisés quelle précieuse assistance l'ouvrage de M. Hobson peut prêter à leur activité. Mais ce que j'ai fait dans un domaine particulier, j'aurais pu le répéter à l'occasion de maint autre. Je ne veux pas manquer en terminat de dire quelle large place l'Auteur a sû donner à la théorie de la sommabilité, qui intervient, soit directement, dans l'un des chapitres initiaux, soit par ses applications, au cours de tous les suivants. Cette idée constamment présente sous diverses formes est assurément une de celles qui contribuent à donner au second tome de M. Hobson un caractère très nouveau.

G. Bouligand.

Physikalische Chemie der Zelle und der gewebe, par R. Höber, Professeur à l'Université de Kiel, 6e édition. In-8° de 955 pages avec 125 figures. Wilhelm Engelmann, éditeur, Leipzig. — Prix : 42 marks-or.

Les lecteurs de la *Revue Scientifique* n'ont guère besoin qu'on leur présente cet ouvrage, car à l'apparition de chacune des cinq premières éditions M. Maurice Nicolle ou moi-même avons insisté sur ses qualités et sur les services qu'il peut rendre aussi bien aux physico-chimistes qu'à tous les biologistes possédant des connaissances assez étendues en physique et en chimie générale. Certes la lecture de cet important traité est assez ardue, mais on ne saurait trouver un exposé plus complet et mieux mis à jour des phénomènes physico-chimiques dont les cellules et les tissus sont le siège. Il constitue également un recueil de documents et d'indications bibliographiques des plus précieux pour tous les chercheurs des laboratoires.

Bien que cette sixième édition paraisse seulement deux ans après la précédente, l'auteur y a introduit de nombreuses additions qui le mettent au courant des plus récentes acquisitions de la physico-chimie biologique. Il faut vraiment que cet excellent ouvrage, de niveau si élevé, mérite l'accueil si favorable qu'il a trouvé dans les milieux scientifiques pour que ses cinq premières éditions aient été épuisées en moins de vingt-quatre ans. A. B.

Le Berry géologique, climatologique et économique, par Paul Rabaté. In-8° de 164 pages avec figures. En vente chez l'auteur à Vatan (Indre). — Prix : 15 fr.

L'ouvrage comprend une première partie pédagogique avec extraits d'auteurs divers. Vient ensuite une partie géologique, où, après une esquisse stratigraphique générale, l'auteur insiste sur la question de la teneur en carbonate de chaux des terres arables et de son dosage. Après de nombreux tableaux numériques et tracés de courbes climatologiques qu'illustrent des dictons populaires locaux, prend place un exposé économique, avec développements spéciaux sur la zootechnie, l'agriculture, la production et le transport de l'énergie, etc. L'ensemble du travail est dominé par l'idée d'une large utilisation de la carte agronomique, instrument de travail qui pourra devenir fécond lorsque son entrée dans le domaine pratique se sera vraiment généralisé. L. J.

Le Gérant : M. Hédan.

Impr. P. & A. Davy, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : LOUIS FRANCHET

N° 6 — 65e ANNÉE — 26 MARS 1927

ENSEIGNEMENT UNIVERSITAIRE ET ENSEIGNEMENT SUPRA-UNIVERSITAIRE

L'enseignement supérieur répond à deux besoins dont le simple énoncé suffit à indiquer qu'ils sont essentiellement différents et rigoureusement irréductibles :

D'une part, compléter et parfaire les connaissances acquises dans les établissements d'enseignement secondaire et préparer ainsi aux carrières libérales et aux hautes fonctions de l'Etat.

D'autre part, développer et entretenir la haute culture littéraire et scientifique dont la perte ou même l'amoindrissement entraînerait de façon sûre et rapide la déchéance du pays.

Il existe en France deux sortes d'établissements officiels d'enseignement supérieur répondant respectivement à chacun de ces deux besoins. Le but de cet article est tout d'abord de préciser leur rôle, ensuite de montrer que ce dualisme qui correspond à la nature des choses est strictement adapté aux exigences de l'intérêt général.

***

Les établissements officiels d'enseignement supérieur qui répondent au premier des deux besoins que je viens de dire sont les Universités avec les Facultés dont elles se composent, celles-ci devant embrasser l'ensemble des connaissances humaines, ce sans quoi l'Université ne serait pas l'Université, c'est-à-dire l'Universalité, le Tout.

Or, le bon sens impose de distinguer dès l'abord deux grandes catégories de connaissances :

Les connaissances scientifiques ;

Les connaissances littéraires.

Les premières sont celles qui se rapportent à tout ce qui existe indépendamment de l'action humaine, les phénomènes physiques au sens le plus large du terme, les secondes sont celles qui se rapportent à tout ce qui résulte de cette action, par exemple les faits de l'histoire politique et sociale.

Comme il est impossible de concevoir une connaissance qui n'entre pas dans l'une ou l'autre de ces deux catégories, il s'ensuit qu'une Université ne peut comprendre que deux Facultés, si du moins l'on veut qu'elles soient de valeur égale, la Faculté des Sciences et la Faculté des Lettres. Toutes les autres Facultés que l'on groupe avec elles, Facultés de Droit, de Médecine, de Pharmacie, ne représentent, à proprement parler, que des Ecoles professionnelles qu'il est peut-être naturel d'annexer, dans le sein universitaire, aux Facultés véritables, la Médecine et la Pharmacie aux Sciences, le Droit (et aussi la Théologie) aux Lettres, mais que l'on ne pourrait vouloir mettre sur le même pied. Les Facultés ont pour fonction d'enseigner les connaissances, ce terme étant pris dans son acception la plus stricte et la plus rigoureuse ; les Ecoles professionnelles ont pour fonction d'enseigner les applications des connaissances.

Si l'on admet cette manière de voir, on conviendra qu'il faudrait rattacher à la Faculté des Sciences toutes les disciplines scientifiques que la Médecine et la Pharmacie utilisent, et à la Faculté des Lettres toutes les disciplines littéraires qu'utilise la pratique du Droit. Ainsi, les chaires d'Anatomie, d'Histo-

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

logie, de Physiologie, de Pathologie de la Faculté de Médecine devraient être versées à la Faculté des Sciences, alors que les chaires de Clinique et de Thérapeutique resteraient à l'Ecole professionnelle de Médecine. De même, les chaires de Droit romain et d'Economie politique de la Faculté de Droit passeraient à la Faculté des Lettres, alors que la chaire de Procédure resterait à l'Ecole professionnelle de Droit.

Un peu de réflexion permet aisément de se rendre compte qu'une semblable réforme n'entraînerait nullement un bouleversement tel de notre enseignement supérieur universitaire que toutes les questions qu'elle poserait en soient rendues presque insolubles. Soit par exemple celle du recrutement des professeurs ; et, supposant la réforme réalisée, examinons en particulier, à ce point de vue, le cas des Ecoles professionnelles de Médecine. Pour être admis à y enseigner, il faudrait logiquement remplir les conditions suivantes : 1° posséder les diplômes se référant aux matières qui, à la Faculté des Sciences, prépareraient aux Ecoles professionnelles de Médecine et être Docteur ès-Sciences avec la mention d'une de ces matières ; 2° posséder le diplôme de l'Ecole professionnelle de Médecine. On voit donc (ceci dit pour ceux à qui en imposent les mots) que la réforme que j'envisage ne serait pas un abaissement des Facultés transformées en Ecoles professionnelles, bien au contraire, puisqu'il faudrait en somme posséder plus de diplômes pour y enseigner que pour occuper les chaires des véritables Facultés. Et ceci est conforme à la nature des choses : pour enseigner l'application des connaissances, il faut de toute évidence d'abord qu'on les possède et ensuite qu'on sache soi-même les appliquer.

Non seulement cette réforme n'aurait aucun inconvénient, mais elle aurait de grands avantages ; outre celui, qui est loin d'être négligeable, de faire cesser un état de choses choquant pour le bon sens et la raison, elle augmenterait l'instruction scientifique ou littéraire des professeurs de Médecine, de Pharmacie et de Droit, et, par conséquent, elle élèverait le niveau des élèves dont on ne saurait trop exiger, puisque, dans les carrières auxquelles ils se préparent, ils disposeront des intérêts matériels, de la santé et même de la vie de leurs concitoyens.

Il est d'ailleurs important de faire remarquer qu'il ne s'agit nullement ici d'un vœu irréalisable, et ce qui le prouve surabondamment c'est que, autant par la force même des choses qu'en conséquence d'efforts répondant d'ailleurs à un tout autre but (1) que celui qui me fait écrire, un pas important a déjà été fait dans cette voie par la création et le rattachement à la Faculté des Sciences du certificat d'études physiques, chimiques et naturelles, préparatoire aux études médicales et remplaçant l'examen qui se passait autrefois à la Faculté de Médecine à la fin de la première année d'études.

La réforme que j'envisage aurait pour conséquence indispensable non seulement de faire entrer dans les Universités quelques établissements officiels d'enseignement supérieur dispensateurs de connaissances et qui, jusqu'ici, en sont restés indépendants, par exemple l'Ecole des Langues orientales vivantes, mais de leur annexer un certain nombre d'Ecoles professionnelles également libres de tous liens avec elles, l'Ecole Polytechnique, l'Ecole Centrale, les Ecoles Vétérinaires, l'Ecole des Beaux-Arts et beaucoup d'autres, ce qui impliquerait nécessairement le transfert aux Facultés des Lettres ou aux Facultés des Sciences de certaines des chaires de ces Ecoles professionnelles où ne s'enseignent que de pures connaissances. La récente institution du doctorat vétérinaire que font passer en commun les professeurs des Facultés de médecine et ceux des Ecoles vétérinaires, en attendant que celles-ci reprennent, ce qui ne saurait tarder et est extrêmement souhaitable, leur autonomie complète peut être considérée comme une amorce de l'annexion aux Universités des Ecoles professionnelles extra-universitaires.

Ceci fait, les Universités représenteraient à elles seules la totalité de l'enseignement littéraire et scientifique post-secondaire, et, conduisant directement, par leurs Ecoles professionnelles annexes, à la réalisation de leur raison d'être, elles mériteraient, grammaticalement parlant et mieux qu'elle ne l'ont fait jusqu'ici, leur nom d'Universités.

Que deviendrait l'enseignement universitaire libre à côté d'une si puissante organisation d'Etat. Il devrait rester ce qu'il est. Il serait même à désirer, dans l'intérêt général, qu'il prît un plus grand développement. Du fait qu'il est une concurrence à l'enseignement de l'Etat, c'est, pour nous autres, citoyens, la meilleure garantie que nous puissions avoir contre une décadence rapide dont nous supporterions les effets.

Notons enfin que faire passer les examens et délivrer les diplômes doit être et rester le monopole et le privilège des Universités d'Etat, non seulement à l'exclusion des établissements officiels d'enseignement supérieur que je désignerai tout à l'heure sous le nom de supra-universitaires et qui ne sont nullement qualifiés pour cet objet, mais à l'exclusion aussi des Universités libres, puisque l'Etat, étant du fait de son institution même le gérant de la société, doit évidemment veiller aux intérêts de toute nature de ses mandants et qu'il est naturel aussi qu'il

(1) Ce but paraît avoir été de fournir des élèves aux Facultés des Sciences qui en manquaient.

s'assure de l'instruction et des qualités de ses futurs serviteurs.

Je pense qu'il n'échappera pas au lecteur que tout ceci n'est inspiré que du désir de voir élever le niveau des études universitaires qu'il semblerait que l'on se soit attaché au contraire, surtout en ces dernières années, à abaisser de plus en plus.

L'enseignement d'une Faculté doit, de toute évidence, comprendre la totalité des connaissances se rapportant à son objet, scientifique ou littéraire. Il doit donc être organisé de telle sorte qu'à chaque discipline fondamentale corresponde au moins une chaire ; je dis au moins une, car il va de soi que les chaires peuvent se multiplier, si l'on veut subdiviser les disciplines ; c'est même là pour une Faculté le seul moyen d'augmenter sa puissance d'enseignement. S'il en est effectivement ainsi, si à chaque discipline fondamentale correspond au moins une chaire, le programme de l'Université sera une énumération de toutes les disciplines, et, si cette énumération n'est pas désordonnée, l'affiche des cours universitaires pourra être le modèle de la classification des sciences officiellement admise (1). A cet égard, et bien que, plus particulièrement dans les Facultés de sciences, se manifeste en ce sens un effort que l'on ne saurait nier ,de nombreuses critiques de détails peuvent être faites. On voit, par exemple, mentionnées sur l'affiche de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, des chaires de Physique générale et Radioactivité, comme si la Radioactivité ne faisait pas partie de la Physique générale, ...d'Aviation, ce qui veut dire, c'est du moins ce qu'il faut penser, qu'on y enseigne les connaissances que la pratique de l'aviation utilise (lesquelles ne peuvent être d'ailleurs que très hétérogènes), et non pas qu'on y apprend à devenir aviateur. De même, l'ordre logique des disciplines n'est pas toujours exactement respecté dans l'énumération. Je n'insisterai pas davantage, me bornant à faire observer que c'est de l'Université que doit venir, à cet égard, l'exemple de la rigueur.

Le but essentiel des Facultés étant de fournir à leurs élèves un bagage de connaissances précises et étendues tout en les préparant à l'utilisation de ces connaissances, leur enseignement s'adressant d'autre part à des jeunes gens frais émoulus de l'enseignement secondaire et à qui le sens critique fait encore complètement défaut, le devoir des maîtres est d'enseigner seulement les connaissances dont la valeur est et demeure indiscutable, ce sans quoi l'enseignement universitaire irait à l'encontre de son but, jetant le trouble dans de jeunes esprits qu'il s'agit au contraire de diriger.

C'est par conséquent une faute de la part des maîtres universitaires que de se laisser aller à exposer à leurs élèves leurs idées personnelles. Et c'est une faute que l'on fait souvent, non seulement dans les Universités, mais, même dans les établissements d'enseignement secondaire, la fréquentation journalière des enfants et des jeunes gens entraînant peu à peu les hommes faits à les considérer comme leurs égaux, c'est-à-dire comme étant aussi des hommes.

Il résulte de tout ceci que les établissements universitaires ne sont point des établissements de recherches, que tous les crédits mis à leur disposition par l'Etat doivent servir à l'enseignement et rien qu'à l'enseignement. Et que, si leurs professeurs poursuivent avec succès des recherches de laboratoire ou s'adonnent à des travaux d'érudition, la reconnaissance qu'on doit leur en témoigner, tous les encouragements auxquels leurs efforts leur donnent droit, ne doivent s'adresser qu'à leur personne, abstraction faite de leurs fonctions. Personne ne peut trouver paradoxal de dire que ce n'est pas pour cela qu'on les paie, au moins en tant que professeurs universitaires. A l'Université, on n'a point à faire la Science, mais à enseigner la Science déjà faite.

L'enseignement des Facultés, et plus particulièrement celui des Facultés des Sciences qu'il est naturel de prendre ici comme type en raison de sa plus grande complexité, comprend, à côté des cours magistraux dont se chargent les professeurs, des conférences dont on laisse le soin aux maîtres de conférences et des travaux pratiques qui s'accomplissent sous la direction effective des chefs de travaux pratiques aidés de leurs assistants. Il est tout d'abord à peine besoin de faire remarquer qu'il n'existe en fait absolument aucune différence entre une conférence et un cours magistral. Dans les deux cas, c'est un enseignement *ex cathedra* qui dure un temps déterminé, généralement une heure, et que, sous aucun prétexte, les élèves ne peuvent interrompre par une demande de renseignement ou d'explication.

Il ne faut pas hésiter à dire qu'un tel enseignement n'a aucune raison d'être à l'Université, pour le motif que, puisqu'on n'a à y enseigner que des connaissances indiscutables, classiques, il doit exister des Manuels et des Traités où elles se trouvent consignées, et, s'il n'en existe pas, c'est précisément le devoir des professeurs d'en faire ; seuls, ils ont pour cela la compétence qu'il faut. Toutefois, en l'absence de livres appropriés, et comme mesure d'attente, l'attente

(1) Le principe bien connu sur lequel est basée la classification des sciences d'Auguste Comte, mais dont, il ne faut pas l'oublier, il n'est pas l'inventeur, peut être considéré comme une donnée assez solide pour être officiellement utilisée.

pouvant bien entendu, au moins en ce qui concerne certaines matières, durer encore assez longtemps, on pourrait distribuer aux étudiants des cours polygraphiés comme cela se fait à l'Ecole polytechnique, à l'Ecole centrale et dans beaucoup d'autres établissements extra-universitaires. L'enseignement magistral, *ex cathedrà*, à l'Université est vraiment un anachronisme. Il se comprenait du temps de Guillaume de Champeaux et d'Abeilard où, l'imprimerie n'existant pas, les livres étaient rares et coûteux, et où l'on n'avait pour ainsi dire que la parole pour diffuser les connaissances et les idées. Aujourd'hui, les cours devraient être remplacés par des démonstrations, des explications, des éclaircissements, des discussions, des interrogatoires, tout ceci s'ajoutant aux travaux pratiques auxquels on ne saurait jamais donner une trop grande importance. En somme, l'enseignement devrait, à l'Université, tout en conservant le caractère élevé qu'il doit toujours avoir, se rapprocher encore beaucoup de celui des lycées et collèges ; la réunion du maître et des élèves devrait offrir l'aspect plutôt d'une classe que de ce que l'on appelle un cours.

Le fait que l'enseignement des Universités est un enseignement de connaissances qui doivent être à la fois précises, étendues et indiscutables, le fait aussi que cet enseignement s'adresse à des jeunes gens à la portée desquels il faut savoir se mettre, impose aux professeurs universitaires de justifier de diplômes indiquant d'abord qu'ils possèdent la somme de connaissances indispensable à leurs fonctions, ensuite que, parmi toutes les connaissances qu'ils peuvent avoir, ils sont capables de discerner celles qu'il faut enseigner de celles qu'il ne faut pas enseigner, enfin, qu'ils sont capables de les enseigner.

A la première de ces conditions répond la licence, à la seconde le doctorat ; car il est de toute évidence que pour pouvoir faire le départ entre ce qui est définitivement établi et ce qui n'est encore au contraire qu'en train de s'établir, il faut savoir ce qu'est la recherche originale, et, pour le savoir, il faut être ou avoir été soi-même un chercheur ; le diplôme de doctorat est précisément une attestation d'aptitude à la recherche.

A la troisième condition ne répond présentement à peu près rien du tout : car, la présence, aux soutenances de thèses, d'un Inspecteur d'Académie chargé d'apprécier les qualités didactiques du candidat est une mesure d'autant plus insuffisante qu'une thèse est en principe un exposé d'idées originales qui, par cela même qu'elles sont originales, ne constituent pas matière à enseignement universitaire. Il faudrait exiger des futurs professeurs d'Université une épreuve analogue au certificat pédagogique de l'enseignement primaire ou à l'Agrégation de l'enseignement secondaire, mais adaptée, bien entendu, aux besoins spéciaux de leur enseignement.

Tout ce qui vient d'être dit relativement à l'enseignement universitaire ne concerne que celui des Facultés véritables. Des autres Facultés, il n'y a, à ce point de vue, que peu de choses à dire : lorsqu'elles seront réorganisées en Ecoles professionnelles, allégées par conséquent de leurs chaires de connaissances, il va de soi que leur enseignement devra surtout être pratique.

A ce moment on sera par la force même des choses amené à supprimer les thèses de Médecine et de Droit. Elles n'ont dès maintenant aucune raison d'être pour les praticiens, et, pour ce qui concerne le corps enseignant, elles seront remplacés par des thèses passées à la Faculté des Sciences ou à la Faculté des Lettres sur des matières trouvant leur application dans la pratique de la Médecine ou dans la pratique du Droit.

*
* *

A côté des Universités dont la fonction est d'enseigner la science, il existe en France une autre catégorie d'établissements officiels d'enseignement supérieur dont le rôle est à proprement parler de la faire, de montrer comment elle se fait, de recruter et de former des chercheurs, bref, de développer et d'entretenir, pour le grand intérêt qu'elle présente en elle-même, la haute culture littéraire et scientifique. Si l'on veut comprendre sous une dénomination générique l'ensemble de ces établissements, je ne crois pas qu'il y ait un terme qui leur convienne mieux que celui de supra-universitaire (1) : la culture universitaire est manifestement en effet la seule préparation conçue possible pour pouvoir profiter utilement de leur enseignement qui est, d'autre part, d'un ordre manifestement plus élevé que l'enseignement universitaire.

Nous possédons trois principaux centres officiels d'enseignement supra-universitaire et qui sont tous trois situés à Paris, deux d'entre eux répondant à l'ensemble des connaissances, aussi bien littéraires que scientifiques, le Collège de

(1) Ce mot me paraît devoir faire fortune, et j'hésite d'autant moins à le dire que je n'en suis pas l'inventeur ; j'en ai noté l'emploi dans les circulaires de l'Institut des Hautes Etudes de Belgique. De plus, sa construction est grammaticalement correcte. On pourrait seulement lui reprocher de contenir un *a* et un *u* qui se suivent sans devoir se prononcer ensemble ; son appropriation exacte à ce qu'on veut lui faire signifier doit lui faire pardonner cette très légère imperfection.

France et l'Ecole des Hautes Etudes, assez différents d'ailleurs quant au besoin précis auquel ils répondent, l'autre concernant seulement ce que l'on convient d'appeler les sciences de la Nature, le Muséum d'Histoire naturelle.

A eux trois, ils suffisent peut-être, au moins pour Paris, à satisfaire aux besoins en vue desquels ils existent, mais il faut regretter que la province, des villes comme Lyon, Marseille, Bordeaux, par exemple, soient à peu près complètement dépourvues de semblables institutions.

Au Muséum et au Collège de France, comparables à beaucoup d'égards, l'enseignement est et doit être tout différent de ce qu'il est dans les Universités. Ici, le professeur ayant à munir ses élèves d'un ensemble de connaissances, élémentaires sans doute, mais sûres, précises, et relativement étendues, doit épuiser en une année ou en un cycle de quelques années, le programme de la discipline correspondant à la chaire qu'il occupe ; là, au contraire, toute liberté doit être laissée au professeur pour le choix de son sujet annuel de cours qui pourra être aussi limité que l'on voudra, mais qui demande à être pris parmi les moins classiques, traité avec le maximum d'originalité possible et tout le développement jugé convenable, et, ceci en ayant bien soin de ne jamais faire double emploi avec l'enseignement des Universités, ce qui est à dire en somme que l'enseignement du Muséum et du Collège de France doit être un enseignement personnel et original.

D'où il s'ensuit que les recherches qui ne font pas partie des fonctions des professeurs universitaires, en tant que professeurs universitaires, tiennent au contraire la plus grande place dans celles des professeurs du Muséum et du Collège de France. C'est en effet des résultats de leurs recherches que ceux-ci doivent entretenir leurs auditeurs, et ceux d'entre eux qui ont renoncé aux investigations originales n'ont à proprement parler plus rien à enseigner ; ils ne sont plus en mesure de remplir leur fonction. Et, de même qu'il fait partie des devoirs d'un professeur d'Université d'écrire les traités et les manuels devant servir aux étudiants, de même il est de celui d'un professeur d'enseignement supra-universitaire d'élaborer des mémoires scientifiques ou d'érudition pouvant servir de modèle à ses élèves, et qui deviendront plus tard la substance des traités et des manuels. D'ailleurs, dans un établissement comme le Muséum ou le Collège de France, l'enseignement s'adresse à des hommes faits, déjà préparés à pouvoir travailler par eux-mêmes à l'édification de la science ; s'il s'agit d'une discipline scientifique, il doit donc se donner plus encore au laboratoire qu'à l'amphithéâtre.

De ceci découle évidemment que tous les crédits de l'Etat affectés aux recherches doivent être uniquement reportés sur les établissements d'enseignement supra-universitaire et qu'aucune partie ne devrait s'en aller aux laboratoires d'Universités, qui ne peuvent être logiquement considérés que comme des locaux de démonstrations pratiques.

Nous avons vu précédemment que les cours magistraux n'avaient aucune raison d'être à l'Université. S'ils doivent subsister quelque part, c'est certainement dans les établissements supra-universitaires, puisque c'est là que s'enseignent les connaissances, que se développent les points de vue que l'on ne trouve exposés nulle part. Et l'on pourrait dire alors que si le titre de professeur, auquel je me défends, au surplus d'attacher l'importance qu'on y attache parfois, est quelque part à sa place, c'est plutôt au Muséum et au Collège de France qu'à l'Université.

Alors que l'on exige et que l'on doit exiger des professeurs universitaires la possession de diplômes, les professeurs de l'enseignement supra-universitaire doivent uniquement être choisis d'après leurs titres, c'est-à-dire d'après les aptitudes qu'ils ont montré aux recherches et la valeur des résultats qu'ils y ont obtenus. C'est d'ailleurs ainsi que les choses se sont passées jusqu'à ce jour, et, l'on remarquera à ce propos que ce n'est pas le Conseil supérieur de l'Instruction publique, mais bien l'Institut, considéré comme spécialement qualifié pour apprécier la valeur des recherches, qui présente au Ministre les candidats aux chaires du Collège de France et du Muséum.

Est-il enfin besoin d'ajouter que les établissements d'enseignement supra-universitaire doivent rester absolument étrangers aux examens et à la collation des diplômes ; c'est la conséquence obligatoire de la nature de leur enseignement.

Par rapport au Collège de France, le Muséum d'Histoire naturelle possède un caractère un peu particulier : on dit quelquefois qu'outre ses fonctions d'enseignement, le professeur du Muséum a aussi celles d'entretenir, d'accroître et de faire valoir les collections nationales de sciences naturelles. Il n'est nullement légitime de dédoubler ainsi les fonctions d'un professeur du Muséum. Observons d'abord qu'il est naturel que ce soit à l'établissement qui est spécialement chargé par l'Etat de développer la culture scientifique dans le domaine des sciences naturelles que soit confié le soin d'entretenir et d'accroître les collections officielles se rapportant à cet objet. Les faire valoir veut dire les étudier, et les étudier, outre que c'est travailler au prestige de la France, est évidemment le seul moyen qu'ait un professeur du Muséum d'alimenter son enseignement. Et ce n'est d'ailleurs pas à les étudier lui-même que se borne son rôle. Il doit aussi montrer comment il faut les étudier et

les faire étudier par ses collaborateurs et ses élèves. Au surplus, chacun ne sait-il pas que, proportionnellement tout au moins, le plus grand nombre des thèses de doctorat ès-Sciences naturelles qui se passent en Sorbonne sortent des laboratoires du Muséum. Et il n'en saurait être autrement. Il serait peut-être même souhaitable qu'une entente se fasse en vue d'une division rationnelle du travail, les thèses se faisant dans les établissements de recherches et se passant à l'Université.

L'Ecole des Hautes Etudes que j'ai, pour cet exposé, séparé du Collège de France et du Muséum, répond à un triple but. Composée de laboratoires scientifiques et de centres d'études littéraires, elle permet tout d'abord de donner des moyens de recherches à des savants éprouvés, mais dépourvus de toutes fonctions officielles ou à qui leurs fonctions officielles, comme cela se trouve pour les professeurs des Universités, ne fournissent pas, ou du moins ne devraient pas fournir ces moyens ; elle est ensuite pour les professeurs d'enseignement supra-universitaire un complément de possibilités ; elle assure enfin, dans quelques cas, un enseignement jugé trop particulier pour trouver sa place à l'Université.

On a parfois demandé la suppression de l'Ecole des Hautes Etudes. Ce serait une faute d'y consentir. Si l'on voulait élargir les programmes universitaires, peut-être pourrait-on, tout au plus, retirer à l'Ecole des Hautes Etudes, pour les donner aux Universités, certains enseignements de connaissances indiscutables que, jusqu'ici, on avait trouvés trop particuliers pour elles. Mais, loin de supprimer l'Ecole des Hautes Etudes, il faudrait au contraire, sous la réserve qui vient d'être faite, lui donner, et surtout à ses sections scientifiques, un beaucoup plus grand développement, augmenter considérablement les crédits dont elle dispose, créer, principalement pour la province, de nouveaux laboratoires, de nouveaux centres d'études. Il convient de ne pas oublier que, si les Universités étaient ramenées à leur véritable rôle, l'Ecole des Hautes Etudes constituerait alors le seul moyen, et il faudrait que ce soit un très puissant moyen, de fournir des possibilités de recherches aux professeurs universitaires qui, puisqu'ils sont et doivent être docteurs ès-sciences ou docteurs ès-lettres, sont des chercheurs par institution, bien que, dans leur enseignement, ils n'aient pas, comme je l'ai dit, à utiliser leur compétence en matière de recherches.

Reste enfin à parler de l'enseignement supra-universitaire libre. On doit désirer qu'il prenne un développement aussi considérable que possible. Tout ce qui contribue à développer la culture générale doit en effet être encouragé, et l'encourager fait partie des fonctions de l'Etat.

***

J'espère qu'après avoir lu ce court exposé chacun s'accordera à reconnaître que les deux fonctions fondamentales auxquelles répond notre enseignement supérieur officiel sont si profondément différentes que l'intérêt général exige qu'il y ait deux sortes d'organismes, très différents aussi, pour les assurer. Il se trouve que, justement en France, nous possédons ces deux sortes d'organismes : l'Université d'une part, les établissements d'enseignement supra-universitaire d'autre part. C'est donc là un état de choses dont nous pouvons dire que, s'il n'existait pas, nous devrions le réclamer.

Pourtant, on a voulu en ces dernières années, et on s'y efforce même encore, créer un mouvement d'opinion pour aboutir à faire rattacher, sous une forme ou sous une autre, directement ou indirectement, à l'Université de Paris, tout ce qui, dans la capitale, est enseignement supérieur supra-universitaire. La création récente d'Instituts divers, et toujours progressant en nombre (Psychologie, Linguistique, Ethnologie, etc....), rattachés à l'Université et par le moyen desquels celle-ci semble tendre à absorber insensiblement l'enseignement du Collège de France, et quelque peu aussi celui du Muséum, est un commencement de réalisation de cet ambitieux programme. Lorsqu'il sera complètement rempli, on verra le Collège de France ne plus être qu'une manière d'annexe de la Sorbonne, et le Muséum n'être plus que l'entrepôt des collections officielles de sciences naturelles, pour servir, comme on l'a dit récemment, aux étudiants de l'Université et aux élèves des autres écoles qui viendraient les étudier et entendre les explications données par les conservateurs (1).

Un des grands arguments que les défenseurs de cette idée font valoir en sa faveur est qu'il n'existe rien à l'étranger de semblable à notre enseignement supra-universitaire. Tout d'abord, ceci est inexact. N'existe-t-il pas en Angleterre et en Amérique, pour ne parler que de ces deux grands pays, dans le domaine des sciences naturelles, pour ne pas parler des autres domaines, de vastes institutions, comme le British Museum, le Royal College of Surgeons, le National Museum aux Etats-Unis, qui travaillent, tout comme nos établissements supra-universitaires, et le plus souvent par les mêmes moyens, à développer et à entretenir la haute culture scientifique? Dans beaucoup de pays aussi les Académies jouent à cet égard un rôle plus effectif que chez nous, ce qui s'explique justement par la non existence dans ces pays d'établissements analogues au Muséum et au

(1) Voir Paul APPELL : L'unification de l'Enseignement supérieur. *La Revue de France*, 1er août 1926.

Collège de France. Et lors même que ce serait vrai ! C'est donc parce que nous serions les seuls à posséder un enseignement supra-universitaire qu'il nous faudrait le détruire. Quelle est donc cette tendance d'esprit de tout vouloir admirer chez les autres et de tout mépriser, de tout dénigrer chez nous ? Par cela seul que nous avons quelque chose que les autres n'ont pas, ce quelque chose est-il donc nécessairement mauvais ? La guerre est-elle si loin que l'on ne se rappelle déjà plus le spectacle que nous ont donné ceux qui, avant 1914, nous proposaient toujours comme modèle ce qui se faisait en Allemagne, se croyant alors obligés à brûler ce que, quelques semaines plus tôt, ils adoraient encore.

Au surplus, ne pas voir de culture scientifique ou littéraire en dehors et au-dessus de celle que l'Université donne, concevoir que l'enseignement de celle-ci est un but au-delà duquel rien n'existe plus à quoi l'on doive aspirer et non pas un moyen de parvenir à quelque chose de plus élevé qui est de travailler soi-même à l'édification de la science, croire que la satisfaction de l'intelligence consiste à rester un bon élève dont la docilité est définitivement consacrée par un diplôme est une conception que nous devons combattre de toute notre énergie pour la sauvegarde de la culture qui, jusqu'ici, a fait notre grandeur. C'est aussi travailler à cette égalisation par en bas dont nous voyons peu à peu, et dans tous les domaines, la réalisation s'effectuer sous nos yeux, aboutissant d'une maladie sociale dont souffre notre vieille civilisation et qui, à moins d'une réaction rapide et énergique, la fera sûrement mourir.

La valeur d'une nation se mesure à la valeur de son élite agissante, et non pas à la valeur moyenne de tous ceux que leur intelligence rend capables d'atteindre à un certain degré d'instruction.

R. ANTHONY,
Professeur au Museum.

LA VERDUNISATION DES EAUX
OU
AUTOJAVELLISATION IMPERCEPTIBLE [1]

DÉFINITION DU NOUVEAU PRINCIPE DE STÉRILISATION DES EAUX.

Mon but est d'exposer l'historique et les résultats du nouveau système d'assainissement des eaux que j'ai eu la rare bonne fortune de découvrir au milieu des préoccupations angoissantes de la plus grande bataille de l'histoire.

Au risque de paraître illogique, je vais commencer par définir le nouveau et fécond principe qui a été le point d'aboutissement d'une longue série d'expériences que j'ai commencées, il y a dix ans, à Verdun, et que j'ai terminées, il y a moins de trois mois, à Carcassonne.

Ce nouveau principe ouvre un nouveau chapitre de la science.

Son importance a été définie d'une façon graphique, par un jeune biologiste, le Dr Blanc, médecin chef du Laboratoire départemental de Microbiologie de Carcassonne, ancien moniteur chef à l'Institut Pasteur de Paris.

Ce savant a écrit, à la fin de son rapport du 30 octobre 1926, cette phrase fatidique qui résume son impression, après 222 expériences suivant une ligne précise que j'avais définie, et dont j'ai surveillé personnellement le développement pendant près de cinquante jours :

« *Les nouvelles notions sur les ions et les* « *vitamines ont déjà bouleversé nos connais-* « *sances biologiques, les étonnants résultats de* « *l'*AUTOJAVELLISATION IMPERCEPTIBLE *sont de* « *nature à bouleverser également les concep-* « *tions actuelles sur les modes de destruction* « *de la vie microbienne.* »

La définition la plus simple que l'on puisse tirer du principe de ces phénomènes nouveaux est la suivante :

Quand on introduit dans un milieu chargé de microbes une dilution extrêmement étendue d'un corps capable de réagir chimiquement sur les matières que contient ce milieu en plus des microbes, les réactions chimiques qui s'en suivent engendrent des rayons de la nature des ultra-violets, qui détruisent les microbes de ce milieu.

Jusqu'à présent on avait pensé que l'emploi d'hypochlorite de soude — vulgairement dit Eau de Javel — avait pour résultat l'oxydation de toutes les matières organiques, animées ou non par la vie, et que de cette combustion inté-

(1) Conférence faite le 23 janvier 1927, au Conservatoire National des Arts et Métiers par M. Philippe Bunau-Varilla, ancien Directeur du Service des Eaux à l'Armée de Verdun.

grale résultait naturellement la destruction des microbes.

C'est ce qu'on appelle la « *javellisation* » de l'eau.

L'obligation d'introduire une quantité telle que tout le chlore actif soit fixé par la matière organique, plus un surcroît de un à deux décimilligrammes pour assurer la bonne mesure, a pour résultat de communiquer un goût répugnant à l'eau. On le combat en neutralisant l'excès de chlore par un composé avide de cet élément, tel que l'hyposulfite de soude.

On conçoit que si les doses massives ainsi usitées étaient indispensables au point de vue chimique, elles n'ont plus rien de commun avec les doses dix fois, vingt fois, cinquante fois plus faibles qui sont suffisantes si les microbes sont foudroyés à distance par les rayonnements émis par les réactions chimiques qu'émettent les particules de ces doses infimes réparties dans la masse à désinfecter, quand elles réagissent chimiquement.

On conçoit aussi que ces doses infimes tombent facilement bien au-dessous de la limite à laquelle le goût du chlore commence à être perçu.

Si l'introduction se fait, en outre, d'une façon automatique à l'appel de la pompe quand elle marche, on a la notion de l'*Autojavellisation Imperceptible* qui fait l'objet de cet article.

Mais, par malheur, dans cette dénomination il entre le mot de *javellisation*, avec le mauvais souvenir qu'il évoque et que la conception chimique entraîne avec elle.

Aussi pour rompre avec le passé et pour éviter toute confusion, je crois devoir proposer une dénomination nouvelle pour désigner la désinfection réalisée par des phénomènes non plus chimiques, mais physiques, où la réaction chimique ne fait que déclancher l'organe de désinfection physique *sine materiâ* : les rayons ultraviolets.

J'ai choisi pour ce vocable, le lieu à jamais célèbre où le principe nouveau s'est dégagé, non seulement dans ses réalités pratiques, mais dans sa conception théorique : VERDUN.

Je propose donc d'appeler désormais cette méthode nouvelle, puissante et efficace : la VERDUNISATION DES EAUX.

Le faubourg de JAVEL où se fabriquait l'hypochlorite de soude et qui a donné son nom à l'eau de Javel, puis, par extension à la *javellisation*, sera pour le nouveau procédé remplacé par VERDUN, où sa théorie et son application ont pris naissance au son de l'artillerie de la grande bataille.

Ces conceptions paraîtront singulièrement osées, peut-être téméraires, à ceux devant lesquels je les développe pour la première fois. J'espère cependant qu'ils reconnaîtront que jamais principe nouveau n'a pu être mieux expérimenté, car après avoir, pendant la guerre, protégé une armée de 400.000 hommes, il protège dans la paix, bien qu'il soit à peine connu, plus de 150.000 habitants de notre chère France.

Et jamais un seul de ses nombreux consommateurs, en buvant de l'eau désinfectée par cette opération magique, n'a surpris la plus légère altération de son goût naturel.

Passons, après cette vue d'ensemble, à l'histoire de cette découverte et à ses applications.

LE PROBLÈME DE L'EAU EN 1916 A VERDUN.

Lorsque la bataille de Verdun a commencé, le 21 février 1916, la vaccination intégrale de toute l'armée française, réalisée en 1915, avait à peu près rayé la typhoïde de la liste des épidémies.

Aussi, dans la période fiévreuse de la création des ressources en eau pour alimenter cette immense armée et son énorme cavalerie, n'avais-je pas eu à me préoccuper de la question du danger typhique.

Mais dans la deuxième moitié de 1916, nous vinrent de nombreux bataillons de travailleurs militaires indochinois. Ils apportaient avec eux un nouveau danger, les maladies amibiennes : la dysenterie et les maladies voisines. C'était un nouveau et grave péril devant lequel la vaccination typhique était impuissante.

A cette époque, un seul système était praticable aux armées : la javellisation à doses massives. Il ne fallait point songer à l'unique alternative : la désinfection par l'ozone, applicable seulement par des municipalités riches, car elles exigent de coûteuses et délicates installations, irréalisables dans une campagne de guerre.

La javellisation à doses massives était elle-même inapplicable avec sa double et nécessaire opération. Il était déjà difficile d'obtenir l'introduction de la dose prescrite d'eau de Javel. Il était impossible d'y ajouter l'introduction complémentaire du déchlorurant : l'hyposulfite de soude. Aussi, le commandement avait-il dû se contenter de prescrire l'addition d'eau de Javel sans plus. La dose était un, ou deux, ou trois, ou quatre milligrammes de chlore actif, suivant l'apparente impureté de l'eau. Le résultat était de communiquer un goût exécrable à l'eau traitée, ce qui exaspérait les braves poilus.

Le service sanitaire avait établi dans chaque cantonnement deux demi-muids d'eau ainsi traitée, pour que les soldats puissent étancher leur soif. Jamais pendant toute la guerre, et je l'ai faite jusqu'en septembre 1917, époque à laquelle mes blessures me firent quitter le front de Verdun, je n'ai vu une seule personne faire usage de ces fontaines sanitaires.

Il en était tout autrement aux stations de distribution d'eau, que j'avais créées tout le long

de la ligne de feu et aussi près de celle-ci que les conditions physiques de l'hydraulique le permettaient. Il y en avait environ 500 de Ste-Menehould à Commercy, dont 125 étaient en élévation mécanique et à distributeurs automatiques aux voitures réservoirs des Compagnies en ligne ou en réserve.

Si l'on avait appliqué la javellisation massive, le café et la soupe auraient immédiatement pris le même goût que si un pansement d'iodoforme y était tombé. Si j'avais donné l'ordre d'introduire dans les eaux pompées la dose réglementaire, les conducteurs des voitures d'eau auraient assommé à coups de bâton le malheureux sapeur préposé à la petite usine d'élévation ; certain de ce qui l'attendait de la part de ses rudes clients, au cours de leurs visites nocturnes, (car, le feu de l'ennemi empêchait la plupart du temps le ravitaillement diurne), il aurait pris le sage parti de verser dans un fossé l'eau de Javel destinée à l'eau.

Il était donc impossible de tenter utilement la javellisation prescrite : et pourtant, il était impérieusement nécessaire d'assainir l'eau.

Dans cette cruelle alternative, je me demandai si vraiment ce minimum de un milligramme de chlore par litre était indispensable.

Je prescrivis au laboratoire de la IIe Armée, à Bar-le-Duc, de commencer des expériences à doses réduites, avec l'eau d'un vaste hôpital en construction à Fleury-sur-Aire. Cette eau contenait mille colibacilles par litre. Je fis employer une dose d'eau de Javel correspondant à un décimilligramme environ, soit le dixième des doses minima réglementaires ; c'était en même temps trois fois moins que la dose à laquelle le goût du chlore commence à devenir perceptible.

Le médecin chef du laboratoire, le Dr Cathoire, m'objecta la parfaite inutilité de faire une expérience aussi évidemment en contradiction avec les données partout admises, mais quarante-huit heures après il m'arrivait en m'annonçant que les 10.000 colibacilles avaient disparu avec une dose égale à 1,2 décimilligramme de chlore.

Les eaux de Bar-le-Duc, où chose curieuse, ne régnait pas la typhoïde, avaient une quantité phénoménale de colibacilles (32.000 par litre) ; je fis refaire l'expérience avec moins d'un décimilligramme : les 32.000 colibacilles disparurent avec 0,8 décimilligrammes de chlore.

Je prescrivis alors des expériences avec un demi décimilligramme, avec un cinquième de décimilligramme, avec un dixième de décimilligramme, avec un vingtième de décimilligramme. La destruction microbienne se réalisa régulièrement jusque et y compris le cinquième de décimilligramme. Au delà, les résultats furent hésitants, certains échantillons étaient stériles, d'autres ne l'étaient pas. L'action se maintenait, mais elle était incertaine au delà de un cinquième de décimilligramme ; ces résultats extraordinaires donnaient un éclatant démenti à l'assainissement par réaction chimique. En effet, pour que l'hypochlorite de soude en se décomposant donne l'oxygène nécessaire, il faut qu'il contienne un poids de chlore double de celui de l'oxygène libéré. Il en résultait que la dose de un milligramme de chlore, dose minima, je le rappelle, ne pouvait agir chimiquement que si l'eau contenait un demi-milligramme de matières organiques ou de microbes, (poids mesuré en oxygène en solution alcaline). Or, les eaux de Verdun en contenaient en moyenne un milligramme.

Ainsi les expériences que j'avais faites établissaient que les microbes disparaissaient avec une dose égale au vingtième (avec un décimilligramme) et avec une dose égale au centième (avec un cinquantième de milligramme) de ce que la théorie chimique demandait.

Comment expliquer ce phénomène ?

Je ne pus trouver d'autre interprétation que l'hypothèse d'un dégagement de rayons ultraviolets lors de la réaction chimique d'une particule d'hypochlorite sur la matière organique. Ce dégagement devait foudroyer les microbes dans une sphère infiniment plus étendue que l'espace où la réaction se produisait. J'assimilai le phénomène à celui de la combustion dont les rayons caloriques peuvent détruire la vie d'un insecte en dehors de l'espace où la combustion se produit.

J'en fis l'application immédiate à l'assainissement des eaux, laissant à plus tard l'étude du mécanisme de cet étrange phénomène.

C'est seulement neuf années plus tard que je pus démontrer expérimentalement l'exactitude de cette hypothèse. Ce fut à Reims, grâce à la savante collaboration du Dr Téchoueyres, auquel je proposai un jour de faire ces expériences en suivant une technique que j'avais conçue, dont je parlerai plus tard et dont les résultats furent consignés dans une note que nous présentâmes à l'Académie des Sciences, en collaboration.

Mais il ne suffisait pas d'avoir trouvé les doses d'hypochlorite rendant la javellisation à la fois puissamment efficace et rigoureusement imperceptible, il était nécessaire, pour la rendre pratique, de rendre automatique l'écoulement de l'antiseptique.

Automaticité de la javellisation.

Il fallait réaliser un appareil très simple commandé par la pompe et il fallait, en outre, que sur le parcours de la liqueur javellisante il ne se trouvât aucun robinet.

Cette liqueur est, en effet, corrosive à cause

du chlore, ce qui exclut un robinet métallique. Elle est, d'autre part, chargée de particules de carbonate de chaux qui encrassent le robinet, empêchent son libre fonctionnement et déterminent des ruptures constantes, s'il est en verre et manœuvré mécaniquement.

L'appareil qui est représenté ici satisfait à cette double condition (fig. 57).

Comme on le voit, un tube placé à la base de l'appareil le relie au tube d'aspiration de la pompe ; ce tube est prolongé vers le haut par ce que j'ai appelé le bifurcateur-trompe. C'est un appareil en verre dans lequel le tube relié au tube d'aspiration de la pompe, transmet cette aspiration qui appelle de cette façon deux sortes de liquides.

L'un de ces liquides est de l'eau qui provient du petit bac situé à gauche et que j'ai appelé *bac d'amorçage et de désamorçage* ; l'eau de ce petit bac provient du tube de refoulement de la pompe. Une connection mécanique ou électrique relie le robinet placé sur ce tube avec l'organe de commande de la pompe. La pompe est-elle mise en marche, l'eau remplit le *bac d'amorçage et de désamorçage*. La pompe s'arrête-t-elle, l'eau cesse de couler dans le bac et celui-ci se vide jusqu'au niveau d'un orifice placé au-dessous du point d'où part le tuyau reliant le bifurcateur-trompe au bac.

L'autre liquide appelé par la succion de la pompe quand elle marche, est la liqueur javellisante au titre voulu qui, appelée par la succion, s'écoule par une effilure qui règle son débit. Le tube dans lequel cette effilure s'engage, se prolonge à l'intérieur du tube venant du *bac d'amorçage et de désamorçage*.

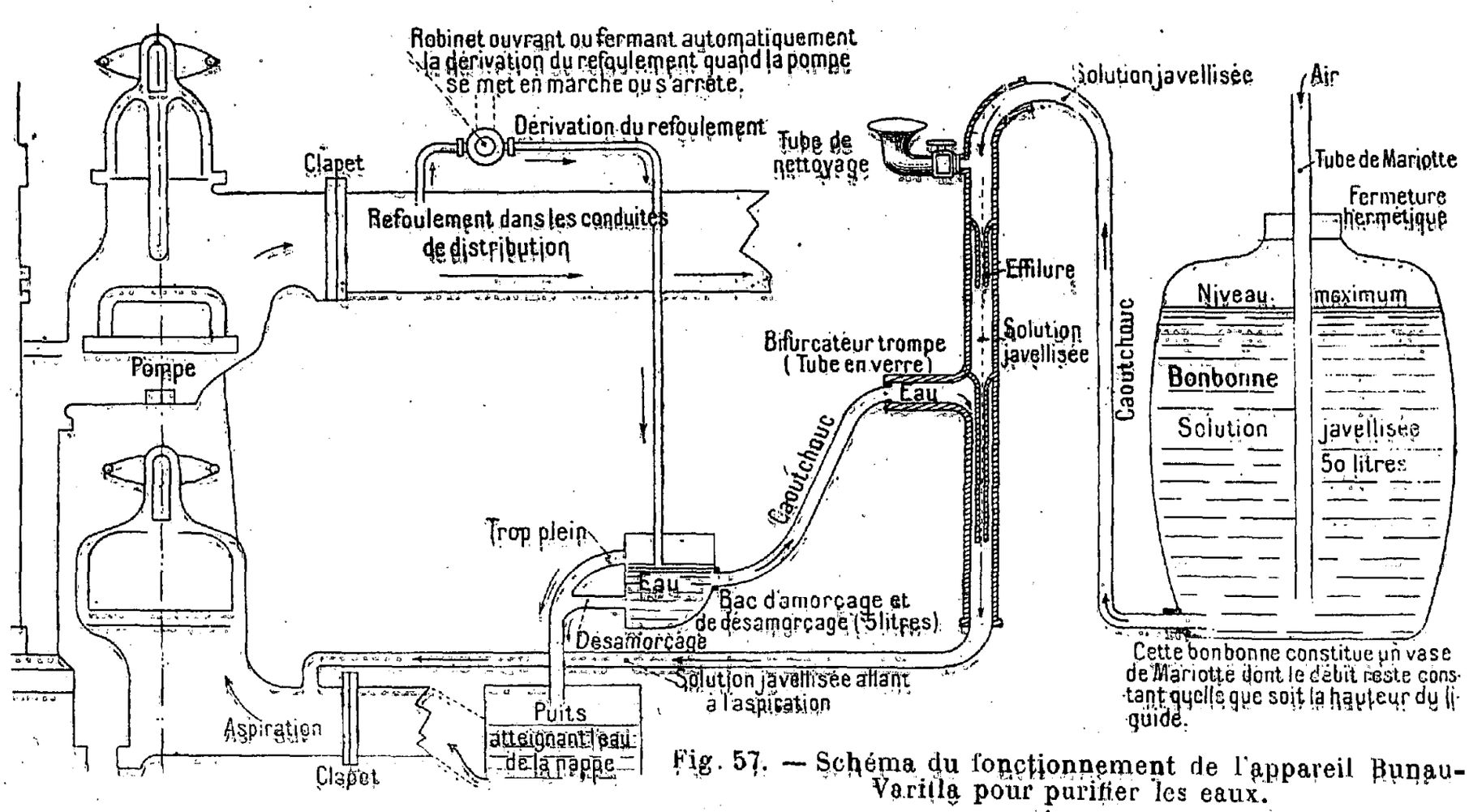


Fig. 57. — Schéma du fonctionnement de l'appareil Bunau-Varilla pour purifier les eaux.

Une pompe ordinaire aspire l'eau du puits collecteur de la nappe souterraine et la refoule dans les conduites de distribution. Au moment où elle se met en marche, elle ouvre la dérivation du refoulement et envoie dans le bac d'amorçage un filet d'eau qui, sous l'effet de l'aspiration monte dans un tube de caoutchouc qui l'amène au *bifurcateur trompe*, où viennent se bifurquer deux courants : le courant d'eau de la pompe et le courant d'eau javellisée. L'eau de la pompe entre par un coude et se heurte à un tube inférieur soudé diamétralement au tube extérieur à peu près au niveau de la tubulure. En tourbillonnant autour du tube inférieur, elle produit une dépression qui aspire l'eau javellisée. Cette dernière coule à travers une étroite effilure, à une vitesse réglée, et va rejoindre le tuyau de la pompe où elle se mêle à l'eau de distribution. On obtient ainsi un débit automatiquement constant de la solution javellisée. Dès que la pompe s'arrête, le robinet de dérivation se ferme et le bac d'amorçage cesse d'être alimenté. L'eau qu'il contient descend au-dessous du niveau du tube de caoutchouc qui, au lieu d'aspirer de l'eau, aspire de l'air : il n'y a plus succion et l'eau javellisée cesse de couler, il y a donc automaticité absolue grâce au jeu des niveaux dans le réservoir d'amorçage et de désamorçage ; on réalise ainsi un véritable " enclenchement hydraulique " entre la pompe et le réservoir de la solution antiseptique. L'une et l'autre débitent ensemble ou s'arrêtent simultanément. La transparence du bifurcateur trompe, qui est en verre, permet de suivre à tout instant le fonctionnement. La vitesse d'écoulement de la liqueur hypochloritée à la pointe de l'effilure est d'environ 8 mètres par seconde. Cette rapidité empêche le dépôt d'incrustations calcaires Lorsqu'il se forme des dépôts, il suffit pour les dissoudre instantanément, d'instiller (en dehors des heures de fonctionnement) quelques gouttes d'acide chlorhydrique chimiquement pur par le petit entonnoir en verre disposé à la partie supérieure de l'appareil.

Quand l'appareil est en marche, l'eau venant du bac d'amorçage et de désamorçage s'écoule dans l'espace annulaire compris entre la paroi extérieure du tube venant de l'effilure et la paroi extérieure du tube dans lequel elle arrive du bac.

Il résulte de cette circonstance, à la base du tube venant de l'effilure, un effet de trompe qui s'ajoute à l'effet de succion venant du tube d'aspiration de la pompe. Ces deux effets com-

binés déterminent une énergique attraction de la liqueur javellisante et le flux continu de cette liqueur par l'effilure.

Voici comment fonctionne l'appareil, quand la pompe est en mouvement, tout est réglé et constant. Le débit de l'effilure rapproché du débit de la pompe établit le rapport entre les deux.

La teneur en chlore de la liqueur javellisante doit être telle que dans l'unité de temps, il s'écoule un poids d'eau dix millions de fois plus grand que le poids de chlore débité dans cette unité de temps.

Si, par exemple, on a une pompe centrifuge débitant cent litres à la seconde et une effilure débitant trois litres à l'heure, ces trois litres doivent contenir un poids de chlore dix millions de fois plus petit que le poids d'eau. Or, le poids d'eau débité est de 360.000 litres ou kilos, donc les trois litres de liqueur javellisante doivent contenir 36 grammes de chlore. C'est une eau de Javel au titre de 3°7 environ. Le degré usuel de l'eau ou extrait de Javel varie entre 10 degrés et 25 degrés. On voit donc combien il est facile d'obtenir le titre requis à l'aide d'une addition convenable d'eau. Mais la pompe cesse-t-elle de marcher, le bac d'amorçage cesse d'être alimenté. Son niveau baisse au-dessous de la prise du bifurcateur. Cette prise étant béante aspire de l'air. La pression atmosphérique vient immédiatement agir au-dessous de l'effilure. Si celle-ci est au-dessus du niveau du réservoir de liqueur, tout écoulement devient immédiatement impossible.

Sans aucun robinet sur le parcours, l'écoulement est automatiquement déterminé par la marche de la pompe et automatiquement interrompu quand elle s'arrête. C'est ce que j'ai appelé un enclanchement hydraulique.

Application du système de l'Autojavellisation imperceptible a l'Armée de Verdun.

Ayant ainsi obtenu à la fois le moyen de rendre la javellisation imperceptible au goût et le moyen d'assurer l'absolue automaticité de son introduction dans l'eau, rien ne s'opposait plus à son application. Elle fut faite en peu de jours, grâce à l'activité et au dévouement des officiers du Service des Eaux, le capitaine (maintenant commandant) Bailly, mon adjoint, le lieutenant Guelle, le lieutenant Maldidier et le lieutenant Arquische, chefs de centre. On la réalisa dans toutes les 125 petites usines d'élévation mécanique des eaux, distribuées le long du front.

Grâce à cette mesure, il n'y eut jamais dans l'armée, le moindre symptôme de dysenterie, les chevaux mêmes buvaient de l'eau assainie. Jamais personne non plus ne se douta qu'il y avait quelque modification apportée à l'eau.

En fait, 5 o/o seulement de la matière organique avait été chimiquement attaquée, mais tous les microbes pathogènes avaient disparu.

Application a Reims.

La guerre terminée, j'avais déjà presque oublié l'incident de l'assainissement des eaux de l'Armée de Verdun quand, en 1923, je reçus la visite du Directeur du Bureau d'Hygiène de Reims, le Dr Téchoueyres.

J'ai, dit-il, entendu parler du système que vous avez inventé à Verdun. Le frère du capitaine Bailly, votre ancien adjoint au Service des Eaux à Verdun, est lui-même adjoint au Directeur des travaux de la Ville, M. Forestier. Il lui a parlé de votre système. Est-il applicable à une grande ville ?

Certes, lui dis-je, mais il repose sur des phénomènes tellement ignorés jusqu'à ce jour qu'il convient d'abord que vous soyez convaincu de leur réalité. Répétez donc mes expériences de Verdun. A moins que les microbes de Reims ne diffèrent de ceux de Verdun, vous assisterez à des phénomènes de destruction que l'on n'a jusqu'à présent jamais soupçonnés. Quand vous serez convaincu par vous-même, nous reparlerons de l'application et j'irai à Reims vous dire moi-même comment il faut faire, mais, comme il y aura peut-être quelques tâtonnements relativement à la dimension des effilures et du bifurcateur-trompe, je désire supporter les frais de ces appareils.

Le Dr Téchoueyres revint quelques jours après avec des expériences donnant exactement les résultats de Verdun : efficacité absolue jusqu'à 1/50e de milligramme de chlore, efficacité hésitante après.

Les appareils furent admirablement installés par les soins de M. Ladroitte, Directeur du Service des Eaux de Reims. C'est ainsi que fonctionna depuis le milieu de 1924, l'Autojavellisation Imperceptible dans la ville martyre.

Depuis lors aucune fièvre typhoïde d'origine rémoise ne fut constatée et *a fortiori* aucun décès. Et auparavant la moyenne des décès des habitants de Reims par typhoïde avait été de 3,25 par an de 1920 à 1923.

La mortalité infantile a été en moyenne de 106 pour 1.000 naissances pendant les années 1921-1922-1923. Elle est tombée en moyenne à 82 pendant les années 1024-1925-1926. C'est incontestablement le résultat de la *Verdunisation* de l'eau.

Expériences théoriques faites par le Dr Téchoueyres.

Après le succès de l'application aux eaux du Service Municipal, le Dr Téchoueyres, Directeur du Bureau d'Hygiène, Professeur à l'Ecole pré-

paratoire de Médecine et de Pharmacie, entreprit une série d'études, que j'avais le grand désir de voir effectuées avec des eaux provenant des champs d'épandage. Nous en décidâmes ensemble le programme.

Les résultats furent que, même avec des eaux très riches en microbes et en matières organiques, il était possible d'obtenir une désinfection complète avec des doses inférieures à celles communiquant un goût à l'eau, c'est-à-dire inférieures à 3 décimilligrammes. Mais, ces chiffres sont des maxima, car ces expériences ne furent pas faites dans des conditions où l'efficacité est optima, comme l'établirent des expériences ultérieures à celles faites à Reims par le Dr Téchoueyres, et qui furent entreprises, à Carcassonne, par le Dr Blanc.

Ces conditions optima sont : 1° l'absence de lumière du jour ; 2° l'agitation violente après l'introduction d'hypochlorite.

Fig. 58. — Les trois auto-javelliseurs de l'usine des Eaux de Reims.

Vérification de ma théorie de l'antisepsie par radiations résultant des réactions chimiques.

Lorsque ces expériences furent terminées, je proposai au Dr Téchoueyres d'entreprendre une nouvelle série d'expériences : « Si j'ai raison « de croire que la destruction des microbes est « due aux rayons ultra-violets, comme je vous « l'ai dit souvent, ils doivent traverser une « paroi de quartz et exercer leur action micro- « bicide à l'extérieur du milieu hypochlorité ».

J'organisai immédiatement les expériences en me procurant une série de couples de tubes de quartz, l'un ayant 12 m/m de diamètre extérieur, l'autre 15 m/m de diamètre intérieur.

Le premier contenant une dilution microbienne avec hypochlorite et l'espace annulaire étant rempli d'une dilution sans hypochlorite. Les irradiations supposées devaient affecter la dilution microbienne dans l'espace annulaire.

Le Dr Téchoueyres améliora mon dispositif en plongeant le tube extérieur dans une dilution microbienne hypochloritée.

De cette façon, l'irradiation supposée devait attaquer des deux côtés la dilution microbienne soumise à l'expérience.

Plus tard, il imagina d'employer un seul tube de quartz de 3 m/m de diamètre.

Ces expériences démontrèrent de la façon la plus évidente que la masse interposée perdait un nombre considérable de ses microbes sous l'influence radiante des masses voisines hypochloritées.

Avec le premier mode, il y eut 60 expériences. Les tubes témoins donnèrent 16.207 colonies et les tubes irradiés donnèrent 11.351, soit une perte de 29,96 o/o.

Avec le deuxième mode, (tubes uniques), il y eut 17 expériences. Les tubes-témoins donnèrent 2.956 colonies et les tubes irradiés donnèrent 2.226, soit une perte de 24,60 o/o.

Au cours de ces expériences, M. Jean Perrin, qui en présenta le résultat à l'Académie des Sciences, le 25 mai 1925, fit conseiller au Dr Téchoueyres d'effectuer une partie des expériences le jour et les autres dans l'obscurité. Le résultat fut des plus nets et la destruction dans l'obscurité fut supérieure à la destruction à la lumière du jour. Elle s'éleva de 34 o/o à 52 o/o, dans un groupe d'expériences et de 14 o/o à 39 o/o dans un deuxième groupe.

Cette série d'expériences se termina par la mémorable adoption de l'*Autojavellisation Imperceptible* par la Ville de Reims.

Ce sera un grand honneur de la carrière du Dr Téchoueyres d'avoir assumé la lourde responsabilité du choix d'une méthode aussi nouvelle et qui, créée de toutes pièces pendant la guerre, n'avait pour la défendre aucune expérience antérieure pendant la paix, aucune recommandation d'une Commission d'Hygiène.

Sortie de la bataille de Verdun toute armée avec sa théorie interprétatrice des phénomènes nouveaux, elle a trouvé à Reims non seulement une cordiale hospitalité, mais encore les expériences démonstratives de sa puissante efficacité et de la rigoureuse exactitude de sa théorie explicative.

Expériences faites a Carcassonne par le Dr Blanc.

La ville de Carcassonne présentait un terrain singulièrement plus propice que Reims pour des observations sur les qualités réellement pratiques de ma méthode. A Reims, l'eau n'était infectée qu'à de rares intervalles, et encore très peu. A Carcassonne, où l'on doit employer 40 à 50 o/o de l'eau de la rivière Aude, dans la totalité de l'eau potable distribuée, l'infection est, on peut dire, permanente.

Aussi ai-je dû organiser un nombre considérable d'expériences faites sur des prélèvements réels aux fontaines de distribution de la ville.

Il serait trop long d'énumérer les détails de ce travail considérable, que j'ai fait avec l'Ingénieur de la Ville, M. Blanchard, pour les prélèvements et auquel le Dr Blanc a consacré sa science pendant près de deux mois, au cours desquels, il a réalisé 222 analyses.

Après mon départ, le Dr Blanc, Médecin-Chef du Laboratoire départemental de Bactériologie, ex moniteur-chef de l'Institut Pasteur de Paris a encore entrepris une autre longue série d'analyses avec M. Blanchard, de sorte que l'on peut estimer à environ 300 le nombre des analyses qu'il a dû faire pour aboutir à deux lumineux rapports en date du 30 octobre et du 7 décembre 1926.

Ce travail considérable a dégagé deux faits de toute première importance, en dehors de la vérification constante de la puissante efficacité stérilisatrice de la méthode de *Verdunisation* ou autrement dit d'*Autojavellisation Imperceptible*.

1er FAIT. — *L'action stérilisatrice est instantanée et tout aussi effective si l'eau contient* 100 *ou* 1.000 *colibacilles.*

Dans une certaine pompe, le temps calculé pour le voyage de l'eau, depuis l'entrée de l'hypochlorite jusqu'au point de prélèvement est de une seconde sept dixièmes.

Cela suffisait pour la destruction des microbes, dans la presque totalité des expériences, les exceptions correspondant évidemment à une dilution encore imparfaite. Mais à une fontaine située à 60 mètres des pompes, distance que l'eau mettait à peine une minute à franchir, jamais on n'a pu constater la présence d'un colibacille.

2e FAIT. — *Après avoir été débarrassée de ses colibacilles, l'eau conserve encore un pouvoir antiseptique caractérisé, qui lui permet de détruire* 100 *à* 300 *colibacilles en moins de trois heures.*

Cette précieuse qualité explique comment aucune typhoïde d'origine rémoise ou carcassonnaise (en dehors de celles contractées au chevet des typhiques amenés de l'extérieur) n'a pu être constatée à Reims ou à Carcassonne, bien qu'il n'ait pas manqué d'occasions de la contracter en mangeant des légumes crus ou des salades arrosées avec des eaux usées et dangereuses.

Les bacilles d'Eberth bien plus fragiles que les colibacilles sont probablement détruits par le pouvoir microbicide rémanent lors du lavage de ces légumes.

Les expériences du Dr Blanc l'ont conduit à cette conclusion que ce pouvoir microbicide est dû à un rayonnement ultra-violet réverbéré et non à la présence de particules d'hypochlorite non encore employées.

C'est à la suite de ces travaux que le Dr Blanc a écrit la phrase que j'ai citée plus haut :

« Les nouvelles notions sur les Ions et les « Vitamines ont déjà bouleversé nos connais- « sances biologiques, les étonnants résultats de « l'Autojavellisation Imperceptible sont de na- « ture à bouleverser également nos conceptions « actuelles sur les modes de destruction de la « vie microbienne. »

Résultats a Carcassonne.

Depuis le 1er avril 1926, la fièvre typhoïde endémique à Carcassonne depuis un temps immémorial a cessé intégralement.

Une contre-épreuve s'est produite spontanément. Une erreur due au personnel de l'usine, combinée avec une cessation accidentelle de fourniture d'Extrait de Javel, a fait croire à un abandon de l'expérience de *Verdunisation des eaux*. Immédiatement, la fièvre typhoïde s'est abattue de nouveau sur la ville, au grand étonnement du maire, médecin très distingué, qui voyait réapparaître l'endémie en juillet, alors qu'elle avait disparu depuis trois mois : il provoqua une enquête immédiate qui fit découvrir l'erreur. La typhoïde cessa aussitôt la *Verdunisation* reprise, pour ne plus réapparaître jusqu'à ce jour.

Pour la première fois dans l'histoire de Carcassonne, l'automne a passé sans l'habituelle épidémie. Aucun cas de typhoïde d'origine carcassonnaise n'a été soigné à l'hôpital de la ville dans ce laps de temps. On ne saurait imputer cet état de choses à une amélioration dans la contrée, car, rarement la terrible maladie n'a fait autant de victimes dans les environs de Carcassonne. Voici, au surplus, les conclusions formulées par le Dr Blanc, dans un mémoire présenté à la Société des Sciences Médicales et Biologiques de Montpellier et du Languedoc méditerranéen, le 19 décembre 1926. C'est le résultat d'environ 300 expériences faites sur les eaux autojavellisées de la Ville.

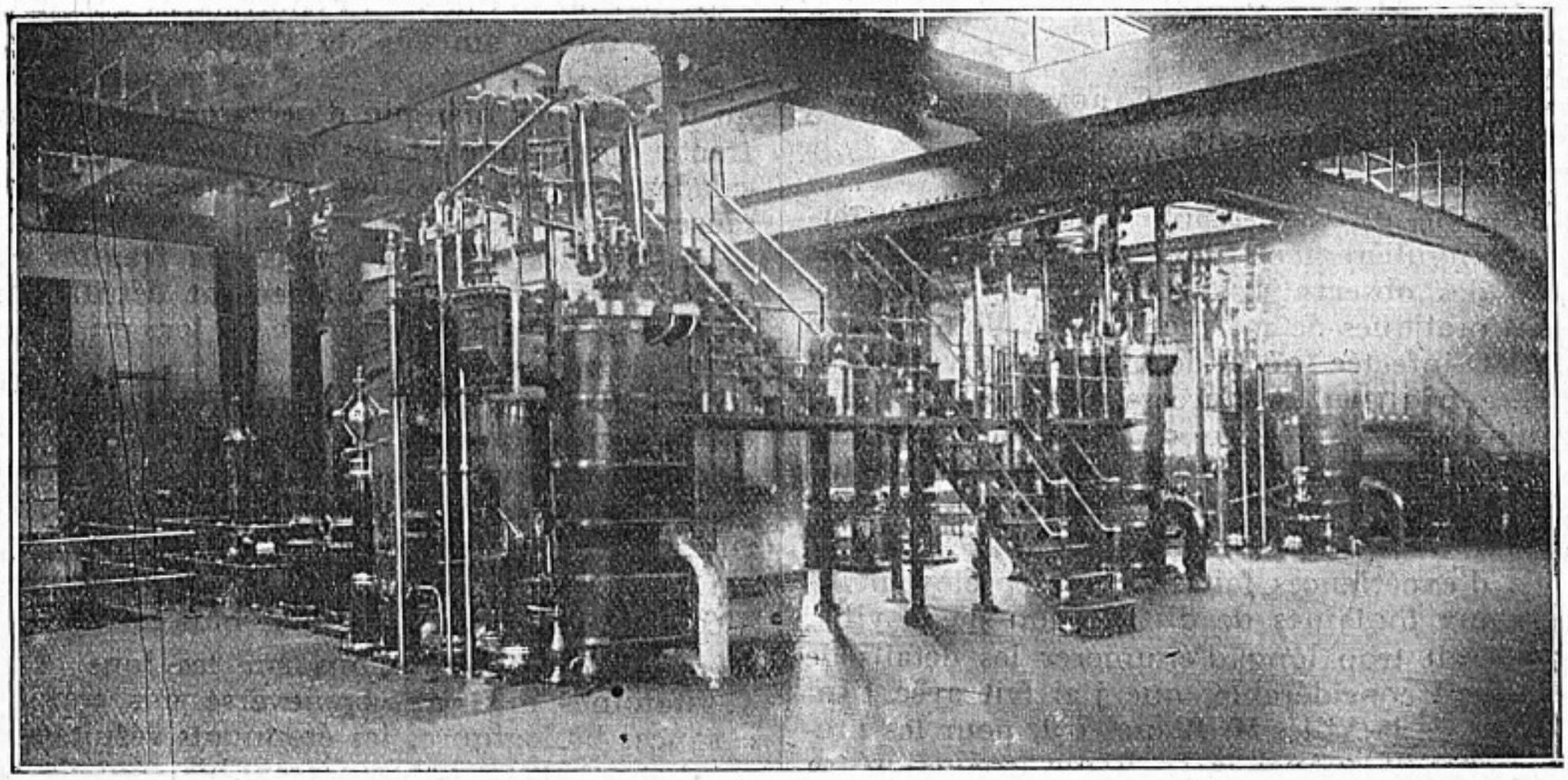


Fig. 59. — Salle des Machines de l'Usine des Eaux de Reims

Ces quatre séries d'expériences démontrent nettement que la destruction des colibacilles par autojavellisation est instantanée et complète quand une violente agitation accompagne l'introduction de l'hypochlorite de soude dans l'eau à stériliser.

L'hypochlorite n'intervient qu'au début de l'opération, d'une manière quasi foudroyante et l'eau conserve pendant quelques heures un pouvoir stérilisant actif en moyenne sur 100 à 300 colibacilles par litre.

De plus cette action antiseptique continue, chose précieuse, à s'exercer avec de l'eau de rivière légèrement troublée.

L'autojavellisation est donc applicable à toutes les canalisations : aux courtes,puisque l'action antiseptique est immédiate; aux longues, car l'activité rémanente obvie aux contaminations dans les aqueducs; aux captations d'eau de rivière, comme aux eaux de source, puisque la disparition du colibacille est constante quelle que soit la teneur de l'eau en matières organiques (de 1 à 2 mgr. pour les eaux de Carcassonne).

L'autojavellisation imperceptible de M. Ph. Bunau-Varilla est la méthode la plus simple, pas de neutralisation secondaire, le chlore n'étant pas décelable : pas de dosage des matières organiques, puisque la dose antiseptique est constante pour toutes les eaux de canalisation.

C'est enfin la méthode la moins dangereuse : pas d'excès à craindre avec un appareil automatique; pas de résidu appréciable en raison des dose infinitésimales employées.

Et le Dr Blanc conclut ainsi :

« Nous pouvons terminer en reprenant la conclusion de notre précédent travail : L'Autojavellisation imperceptible est efficace, elle est instantanée elle possède, comme la stérilisation par les rayons ultra-violets, un pouvoir antiseptique rémanent. »

Application a Monte-Carlo.

Les sources de Monte-Carlo se sont graduellement infectées par suite de l'extension des constructions. Le service d'Hygiène de la Principauté pressait la Compagnie concessionnaire de les abandonner et de relier ses conduites à celles de la Compagnie Générale des Eaux, qui distribue sur le littoral des eaux purifiées par l'ozone.

La Société des Bains de Mer n'hésita pas à appliquer depuis le 22 novembre dernier la *Verdunisation*.

Instantanément, les eaux de sources devinrent aussi irréprochables que celles qui arrivent ozonisées du col de Villefranche, les eaux de la Vésubie.

Application aux Sables-d'Olonne.

Cette application est ici des plus intéressantes.

La ville des Sables-d'Olonne avait adopté, depuis 1911, la stérilisation par l'ozone, le système le plus parfait, mais qui entraîne des dé-

penses élevées, non seulement de premier établissement, mais d'exploitation.

Le maire de cette ville écrivit récemment au *Matin* qu'il avait adopté mon système, qui donnait absolue satisfaction.

Ayant appris que le système de l'ozonisation était installé, je demandai des éclaircissements sur cette dualité, pour les insérer dans mon livre « *La Radiolyse Chimique* », en cours d'impression.

Je reçus en réponse la lettre suivante de M. Poirault, maire des Sables-d'Olonne :

Répondant à votre demande par exprès d'hier, j'ai l'honneur de vous informer que l'eau d'alimentation de la ville des Sables-d'Olonne a été, en effet, épurée et stérilisée depuis 1911 jusqu'à fin octobre 1926 par les procédés de (ici de nom de la Compagnie employant l'ozone comme désinfectant).

Nous conserverons toujours comme secours les ozoneurs installés par cette Compagnie et employons maintenant *normalement* le système de stérilisation *Bunau-Varilla* dont l'application est à la fois efficace et *beaucoup plus économique*.

Application au Sanatorium de Roscoff.

Sur l'avis du professeur Calmette, sous-directeur de l'Institut Pasteur, qui fait une étude personnelle de la *Verdunisation*, celle-ci a été appliquée au Sanatorium de Roscoff, où son efficacité et sa simplicité donnent complète satisfaction.

Application en cours d'exécution à Aix-les-Bains.

Ayant appris que la ville d'Aix-les-Bains se proposait d'appliquer la *Verdunisation*, je demandai au maire, M. Navarro, des informations à ce sujet. Il répondit la lettre dont j'extrais ce qui suit :

Comme suite aux renseignements que vous avez bien voulu me demander, j'ai l'honneur de vous faire connaître qu'après étude de tous les procédés de stérilisation des eaux de consommation ; actuellement employés, la Municipalité d'Aix-les-Bains vient de porter son choix sur l'autojavellisation dont vous êtes l'inventeur.

Il est exact que sur les conseils de sommités du monde scientifique; la stérilisation par l'ozone ait été envisagée à un moment. Mais il eût fallu dépenser plus d'un million en usine et installation et faire face à des frais d'exploitation considérables. Aussi n'hésitâmes nous pas quand nous eûmes connaissance des résultats merveilleux obtenus; notamment à Reims, Carcassonne et Monte-Carlo; à faire notre profit de votre invention. Nous y gagnons un million et une sécurité qu'aucun autre procédé ne semble capable de nous donner.

Application à Compiègne.

M. le maire de Compiègne nous a informé que l'autojavellisation y a complètement assaini les eaux de consommation.

En terminant, je crois devoir signaler que j'ai publié tous les détails de mon procédé, et les dessins des appareils, dans deux ouvrages (Baillière, éditeur, Paris), dont le premier, paru il y a six mois, est intitulé *L'Autojavellisation Imperceptible*. Le deuxième paraîtra incessamment sous le titre : *La Radiolyse Chimique*, mécanisme de l'Autojavellisation Imperceptible, ou autrement dit de la Verdunisation des eaux. Chacun pourra ainsi réaliser telle application qui lui plaira.

Aucun brevet n'a été pris par moi, aucun privilège de fabrication concédé ou réservé. J'ai fait cette invention pour le service de la France et j'estime qu'elle lui appartient intégralement et doit-être donnée librement à tous, pour la défense de la vie des Français.

Les autres nations peuvent l'employer. Ce n'est pas le premier ni le dernier cadeau que la science française offre à l'Humanité.

Philippe Bunau-Varilla.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences. (**Janvier 1927**). — *Arithmétique*. *M. L.-Gustave du Pasquier* cherche la forme la plus générale à donner à quatre quaternions linéairement indépendants Q_1, Q_2, Q_3, Q_4; pour que les quaternions $m_1 Q_1 + m_2 Q_2 + m_3 Q_3 + m_4 Q_4$ se reproduisent par addition, soustraction, multiplication quand les entiers m_i varient indépendamment de $-\infty$ à $+\infty$. Il trouve deux catégories de groupes et indique divers exemples.

Théorie des fonctions. 1. D'après M. Newman, la dérivée sur les familles régulières d'ensembles ouverts de la variation d'une fonction à variation bornée est approximativement continue. M. *Stefan Kempisty* montre qu'on peut l'intégrer asymptotiquement par le procédé qu'il a indiqué et déterminer ainsi sa primitive.

2. M. *Nikola Obrechkoff* fait connaître des règles qui permettent dans certains cas d'affirmer qu'une série de Taylor possède sur son cercle de convergence des singularités non polaires.

Analyse 1. Poursuivant ses recherches sur les moyennes d'ordre ρ des fonctions analytiques, M. *Gaston Julia* énonce des théorèmes qui généralisent ceux de Schwarz, ou Hardy (théorème « $|f(z)| \leqslant |z|$ » et théorème des « trois cercles »). Par exemple, si $M_\rho(r)$ est la moyenne d'ordre ρ de $f(z)$ sur $|z| = r$; et si $f(z)$ a un zéro d'ordre k à l'origine; on a $\frac{M_\rho(r_1)}{M_\rho(r_2)} \geqq \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^k$ dans le cercle de convergence.

2. Envisageant l'opération Δ de Laplace comme l'analogue dans l'espace S_3 de la différentiation dans S_1, M. *Norbert Wiener*, définit ce qu'on doit entendre à ce point de vue comme fonction à variation bornée.

3. M. *André Weil* développe une méthode qui permet d'affirmer qu'il n'existe aucune transformation linéaire biunivoque et bicontinue qui transforme l'ensemble des fonctions continues en l'ensemble des fonctions de carré sommable.

4 et 8. M. *S.-A. Janczewski* envisage des équations différentielles linéaires du 4e ordre d'une forme spéciale, dont les intégrales doivent satisfaire à des conditions aux limites d'un type analogue. Il considère plus particulièrement certaines conditions aux limites qui définissent, suivant son expression des systèmes de Sturm. Il indique pour ces systèmes dix formes canoniques possibles et énonce à leur sujet divers résultats (théorème d'oscillation ; théorèmes sur les nombres caractéristiques).

5. Poursuivant ses recherches sur les faisceaux de transformations infinitésimales, M. *E. Vessiot* étudie l'intégration d'un tel faisceau, de degré n, à $n+1$ variables. La méthode repose sur la considération de transformations distinguées; elle permet de retrouver des théories classiques (transformations de contact, problème de Pfaff) et peut être conduite de manière à ramener le problème à l'intégration d'un système automorphe (au sens de l'Auteur).

6. M. Lebesgue a montré comment on peut résoudre le problème de Dirichlet (supposé résoluble au sens classique) par une suite de médiations réitérées. M. *F. W. Perkins* indique qu'on peut lever la restriction précédente, en utilisant le principe de la méthode de balayage de H. Poincaré.

7. Comme l'établit M. *André Roussel*, le théorème d'Ascoli sur l'existence d'une fonction d'accumulation pour un ensemble de fonctions bornées et continues peut être étendu aux fonctionnelles. La démonstration utilise le protaines conditions aux ensembles de courbes envisagées.

9. Répondant à une question posée par M. Montel, M. *Walter Saxer* détermine les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'une fonction méromorphe pour $|z| \geqslant R$ soit quasi-exceptionnelle d'ordre fini [c'est-à-dire telle que les familles $f(\sigma n z)$ soient seulement quasi-normales, avec des points irréguliers d'ordre fini; et on a $\lim |\sigma n| = +\infty$].

10. M. *R. Gosse* applique à l'équation linéaire des surfaces W la méthode d'intégration qui lui a permis de terminer la discussion du problème de la déformation des surfaces. Il obtient ainsi les surfaces W dont l'équation dépend explicitement d'une fonction arbitraire et se trouve ramené, notamment, aux surfaces de Serret.

11. M. *Beniamino Segre* étudie l'intégration d'un système d'équations aux dérivés partielles, linéaire, du troisième ordre et il la ramène à celle d'une seule équation de Laplace.

Géométrie. 1. Résolvant une question posée par MM. Enriques et Severi dans leur Mémoire des Acta, Mme M. *Piazzolla-Beloch* montre que toute surface d'ordre 4δ plongée dans un espace à $2\delta + 1$ dimensions, à sections hyperplanes de genre $2\delta + 1$ et possédant 16 points doubles est hyperelliptique, régulière et de rang 2.

2. Dans ses recherches sur la quadrature des surfaces $z = f(x, y)$, M. Z. de Geöcze avait formé des suites de rectangles dans le plan des xy donnant lieu à des surfaces polyédrales inscrites dans la surface et dont la suite des aires fournit l'aire de la surface. M. *Tibor Radó* revient sur la méthode de Geöcze; il établit la première partie de l'un de ses théorèmes par une voie nouvelle, et appelle l'attention sur le cas général où $f(x, y)$, sans satisfaire à une condition de Lipschitz, est seulement une fonction continue.

Géométrie différentielle. Dans l'espace ordinaire, et dans un espace à courbure constante, les lignes de torsion nulle se confondent avec les courbes planes; elles peuvent être déterminées sans aucun signe d'intégration. M. *Elie Cartan* se pose un problème analogue pour les espaces de Riemann. Il obtient des ds^2 de Levi-Cività, et les lignes de torsion nulle sont les courbes intégrales d'une équation aux dérivées partielles dont les surfaces intégrales sont des développables réglées; espaces, développables et courbes jouissent de propriétés remarquables.

Géométrie infinitésimale. 1. A propos d'un problème qu'il a énoncé antérieurement, M. *E. Goursat* se trouve conduit à exprimer qu'un élément linéaire coïncide avec l'un ou l'autre de deux ds^2 donnés; dans le permier cas, on est ramené à une équation aux dérivées partielles de Bonnet; dans le second cas, il faut exprimer qu'une certaine forme a une courbure totale nulle. L'Auteur indique des propriétés géométriques des transformations envisagées.

2. M. *Bertrand Gambier* signale diverses propriétés des surfaces qui ne sont pas de révolution et qui ont ∞^2 géodésiques fermées, et il énonce à ce sujet des propriétés qui complètent celles qui ont été données par M. Blaschke et M. Caratheodory.

Mécanique. Utilisant des résultats dus à MM. Saintillan et Travers, M. *G. Sugot* obtient une solution simple du mouvement d'un projectile au voisinage de la bouche. En négligeant les forces d'amortissement, on trouve des intégrales premières qui permettent d'étudier les variations d'orientation de l'axe du projectile.

Mécanique céleste. Envisageant un fluide parfait, formé de couches homogènes de révolution autour de l'axe de rotation, M. *R. Wavre* montre que pour une masse *hétérogène* gravitante les surfaces d'égale densité et d'égale pression coïncident; de plus la vitesse d'une molécule ne dépend que de sa distance à l'axe : résultats importants, et qu'il est intéressant de rapprocher de ceux de M. Véronnet.

Hydrodynamique. 1. M. *Arnaldo Masotti* étudie la composition des mouvements permanents d'un liquide parfait parallèlement à un plan fixe, et il applique les formules obtenues au cas d'un courant circulant autour d'un cylindre.

2. Développant les résultats antérieurs, M. *R. Mazet* étudie la percussion de pression à l'orifice dans le cas d'un écoulement à travers un orifice circulaire.

Aérodynamique. M. *P. Dupont* indique une formule qui représente l'écoulement plan parallèle d'un fluide parfait incompressible contournant un cercle donné. A l'aide d'une transformation conforme on peut remplacer le cercle par un profil à pointe. L'Auteur développe des applications numériques des formules obtenues.

Gravitation universelle. Précédemment, M. *Sauger* a montré comment l'hypothèse d'une énergie pesante permet de généraliser la loi de Newton de manière à retrouver la déviation lumineuse d'Einstein; appliquée aux planètes, la formule peut être simplifiée, et elle fournit avec exactitude le mouvement du périhélie de Mercure.

Elecromagnétisme. M. *Louis de Broglie* appelle l'attention sur une remarque récente de M. Bateman qui conduirait à regarder les valeurs classiques des potentiels et des champs comme valeurs moyennes des valeurs réelles. Le

deuxième groupe des équations de Maxwell ne serait applicable que macroscopiquement, et l'on pourrait expliquer ainsi les succès et les échecs de la théorie de Maxwell-Lorentz.

Calcul des probabilités. 1. Récemment, M. *Emile Borel* a énoncé un problème d'algèbre, dont il précise maintenant l'origine; le problème se pose à propos de la question suivante : A et B jouant à un jeu parfaitement symétrique, B peut-il choisir une tactique telle que A, s'il la connaît, ne puisse pas adopter une tactique rendant son propre gain probable positif ?

2. Dans une seconde Note, l'éminent géomètre envisage la probabilité pour qu'un segment, dont les deux extrémités sont intérieures à un cercle, soit inférieur à ε, et il la compare à la formule analogue pour un polygone convexe dont le nombre des côtés augmente indéfiniment.

René Garnier.

Astronomie

Problèmes non résolus du monde solaire. — Depuis une trentaine d'années les astronomes portent la plus grande partie de leur activité vers l'étude des problèmes stellaires que l'on jugeait, il y a cinquante ans, ne pouvoir aborder qu'après plusieurs siècles d'observations. Le nombre, la distance et la distribution des étoiles, leur organisation en systèmes, la nature physique des étoiles et des nébuleuses, leur origine et leur évolution, tels sont les sujets qui remplacent maintenant dans les publications astronomiques les études sur les corps du système solaire qui ont occupé le XIX^e^ siècle. Nous poussons nos recherches de plus en plus profondément dans l'espace, et ce sont les astres les plus éloignés, les amas globulaires et les nébuleuses spirales qui nous attirent le plus. C'est là une conséquence naturelle du développement des méthodes qui permettent de pénétrer dans la nature intime des astres, la spectroscopie et la photométrie, et surtout de la méthode qui nous donne le moyen de multiplier rapidement le nombre des astres observés, la photographie. Peut-être aussi est-ce un effet de l'orgueil de l'esprit humain qui se trouve grandi par l'étendue des problèmes qu'il résout, et qui se sent toujours attiré par l'infini insondable.

Malgré cette sorte de défaveur qui paraît peser sur l'étude du monde solaire, il ne faudrait pas croire que nous n'ayons plus rien à apprendre sur les astres qui le composent, nos proches voisins.

L'éminent directeur de l'Observatoire Lick, Robert G. Aitken, dans son adresse présidentielle à la Société astronomique de Pacifique, vient précisément d'attirer l'attention sur l'importance des problème sur lesquels nous n'avons point de réponse.

Voici, parmi bien d'autres, quelques-uns de ceux qu'il examine.

Malgré la perfection atteinte par les méthodes de la mécanique céleste, il y a dans les mouvements de la lune et des planètes des anomalies inexpliquées La théorie de la relativité nous aide à en interpréter quelques-unes, mais pour d'autres nous sommes obligés de nous demander si notre instrument de mesure du Temps, la Terre, n'est pas sujet à se dérégler, si sa durée de rotation ne subit pas des fluctuations.

La Lune est tout proche de nous; elle est tenue en observations continuelles par tous les Observatoires du monde; elle n'a pas d'atmosphère brumeuse ni de nuages qui nous masquent sa surface; dans nos grands instruments, un détail de moins d'un kilomètre carré d'étendue serait aisément visibles; et cependant les astronomes ne peuvent répondre à des questions particulièrement importantes. La vie en est-elle entièrement absente, ou bien, comme certains le croient, y a-t-il des changements réels auprès de quelques cratères, produits par une sorte de végétation entretenue par la vapeur d'eau qui s'échapperait des fissures du cratère? Quelle est l'origine des cirques lunaires et des traînées qui rayonnent de plusieurs d'entre eux ? Nous ignorons même la forme de la Lune, et ne pouvons dire si elle est sphérique ou ovoïde.

Nous connaissons très exactement les distances des planètes au Soleil, leurs masses, leurs densités, leurs diamètres; mais nous sommes bien moins renseignés sur les autres données physiques. Les observations de 1924 nous ont fourni quelques indications sur la température de Mars et sur les changements de couleur, avec la saison, de ses taches superficielles, mais l'opinion est loin d'être unanime sur la cause de ces changements. Ces mêmes observations ont jeté quelques doutes sur l'opinion généralement adoptée auparavant que l'atmosphère de Mars était très rare. Les fameux canaux soulèvent encore bien des discussions.

On enseignait autrefois que Jupiter et Saturne ressemblaient davantage par leur état physique au Soleil qu'à la Terre qu'elles étaient entièrement gazeuses et très chaudes. Les dernières observations radiométriques indiquent au contraire que leur température est extrêmement basse. Ce fait ouvre de nouveau la question de l'état physique de ces planètes, de la nature des bandes si caractéristiques de leurs surfaces, et de celle de leurs taches, qui errent un peu comme des banquises en dérive.

Les relations des petites planètes aux autres corps du système solaire soulèvent une foule de questions intéressantes. Longtemps, on les a cru cantonnées entre Mars et Jupiter; mais récemment on en a découvert dont l'aphélie est au-delà de l'orbite de Jupiter, d'autres dont le périhélie est intérieur à l'orbite de Mars. Il n'est pas impossible que certaines d'entre elles traversent l'orbite de Saturne. Est-ce que des voyageuses de cette sorte ne pourraient pas être capturées par Jupiter ou Saturne, et devenir un de leurs satellites ? Une telle origine a été attribuée parfois au huitième et au neuvième satellites de Jupiter dont le mouvement de révolution est en sens inverse de celui des autres. Les comètes à courte période dont l'aphélie est très près de l'orbite de Jupiter et le périhélie intérieur à l'orbite de Mars, ne pourraient-elles pas être assimilées aux petites planètes ?

Les plus importants de tous les problèmes non résolus sont ceux qui se rapportent au Soleil lui-même. Importants pour tous, puisque notre vie même dépend de l'énergie que le Soleil rayonne, leur intérêt pour les astronomes s'augmente du fait que le Soleil est une étoile type, la plus facile à observer. Tout est à approfondir. Pour nous borner, citons les manifestations de toutes espèces, de l'activité solaire, taches, facules, floculi; la cause de leur périodicité undécennale qui se répercute sur tant de phénomènes terrestres; leurs relations avec les orages magnétiques et les aurores boréales; par dessus tout, la source de la chaleur solaire, et la nature du mécanisme qui l'engendre juste à la vitesse requise pour la maintenir constante pendant des centaines de millions d'années. J. B.

Physique

Chaleurs spécifiques aux basses temperatures. — Nernst et ses collaborateurs ont mesuré les chaleurs spécifiques d'un grand nombre de corps solides jusqu'aux très basses températures. Ces travaux ont établi d'une façon indiscutable que les chaleurs spécifiques diminuent de plus en plus à mesure qu'on s'approche du zéro absolu; la di-

minution est parfois si rapide que la chaleur spécifique est pratiquement égale à zéro bien avant la température de l'hydrogène liquide.

A partir de l'hypothèse des quanta, Einstein a établi une formule qui traduit, en ses grandes lignes, la loi de variation des chaleurs spécifiques en fonction de la température.

Dans un corps solide, il admet que tout atome, écarté de sa position d'équilibre, est sollicité à y revenir par une force élastique proportionnelle à l'écart, comparable à celle qui agit sur un pendule dévié de la verticale; les atomes exécutent autour de leur position d'équilibre des mouvements pendulaires d'une fréquence bien déterminée. D'après l'hypothèse des quanta, l'énergie de ces atomes vibrants ne peut varier que par multiples entiers du quantum $h'f$, h désignant une constante universelle et f la fréquence du mouvement vibratoire de l'atome. Le développement mathématique de ces hypothèses conduit à une loi d'après laquelle : 1° la chaleur spécifique tend vers zéro aux très basses températures; 2° le produit de la chaleur spécifique par la masse atomique, c'est-à-dire la capacité calorifique de l'atome, a pour limite une valeur voisine de 6 lorsque la température s'élève, conformément à la vieille loi de Dulong et Petit.

Certes, les valeurs des chaleurs spécifiques calculées par la formule présentent parfois des écarts notables par rapport aux valeurs expérimentales, qui tiennent en partie à la trop grande simplicité des hypothèses faites; néanmoins l'interprétation fournie par Einstein de la variation des chaleurs spécifiques constitue l'un des premiers et des plus importants succès de la théorie des quanta.

A. Be.

Chimie Physique

La chimie des solides. — Avant d'aborder l'étude de l'état solide, les chimistes ont porté leur attention sur les fluides, dont les réactions sont plus immédiatement accessibles à l'observation. Pendant longtemps les solides ont même joui de la réputation d'être dénués de toute activité chimique. Cette présomption était pourtant destinée à être infirmée par l'expérience. En fait, les solides réagissent, tant dans leur sein même que superficiellement. Le Prof. Cecil H. Desch a donné des indications à ce sujet en août 1925, au Congrès de la British Association (1).

Il existe de nombreux exemples de réactions entre solides. La nature en présente d'abord dans les roches. En métallurgie, d'autre part, on a occasion de constater, bien au-dessous de la fusion, des changements de structure très marqués. La nature d'un alliage peut se modifier totalement sans que change sa composition chimique globale. Ainsi, comme le montrait Spring il y a une quarantaine d'années, des masses solides sont susceptibles de s'unir sans fusion effective, par le seul effet de la pression.

Un certain nombre d'industries sont basées sur ce principe. Nous citerons à ce propos la fabrication du ciment et surtout la métallurgie du tungstène. Ce métal, à point de fusion très élevé, préparé sous forme de poudre, comprimé pour devenir compact, martelé à chaud et finalement étiré, fournit les filaments minces et robustes, offrant toute apparence d'homogénéité, qu'on utilise dans les lampes à incandescence.

Une agglomération intime du même ordre a lieu dans le dépôt électrolytique d'un métal sur un autre. L'adhésion peut être assez parfaite pour que l'interpénétration des cristaux échappe à l'examen microscopique.

D'autres problèmes sont soulevés par l'observation du faciès des cristaux. Un minéral donné a son faciès propre, qui est modifiable sous l'influence de traces de substances étrangères. Il est bien connu que le sel ordinaire cristallise en octaèdres au lieu de cristalliser en cubes, lorsque la solution-mère est souillée d'un peu d'urée.

D'après Johnsen et Gross, l'aspect d'une face cristalline qui se constitue dans une solution sursaturée, est fonction de la composante de la vitesse de croissance qui est normale à la face. Les faces produites sont celles de croissance plus lente. C'est bien ce qu'a observé Volmer dans ses expériences de cristallisation dans le vide après sublimation, c'est-à-dire en opérant en l'absence de tout solvant.

Si, par affinité résiduelle, une face cristalline peut retenir des impuretés, ceci, vraisemblablement, ne va pas sans influencer l'apposition des couches cristallines ultérieures. Peut-être trouverait-on là une explication de l'altération du développement relatif des différentes faces. L'adsorption dépend, dans une très large mesure, de la nature des substances adsorbante et adsorbée, ce qui démontre le caractère chimique des forces en jeu. Des pellicules, souvent d'épaisseur monoatomique, s'attachent au solide, dont ensuite on ne parvient à les chasser qu'avec la plus grande difficulté, circonstance qui complique l'interprétation en dénaturant la véritable surface.

A travers la masse d'un cristal homogène, une transformation chimique ne peut progresser qu'à la faveur de la diffusion, considérablement plus lente, il est vrai, que dans les liquides, mais néanmoins parfaitement mesurable.

Roberts-Austen a étudié, en 1896, la diffusion mutuelle de l'or et du plomb solide. Celle de l'argent et de l'or, métaux chimiquement assez voisins, est sensiblement inférieure. D'une manière générale, la tendance à la diffusion, sans jamais s'annuler, est d'autant moindre que les deux atomes diffuseurs se ressemblent davantage. Hevesy, passant au cas limite des isotopes, a étudié la diffusion mutuelle du plomb ordinaire et du plomb radioactif, processus qui revient à la self-diffusion du plomb. Les expériences ont porté sur l'état liquide et sur l'état solide. Au voisinage du point de fusion à l'état liquide, la diffusion est de l'ordre de celle du sel dans l'eau, tandis qu'à l'état solide elle est très petite. A 2° au-dessous du point de fusion, le taux de la diffusion n'atteindrait que le 10/000 de sa valeur dans le plomb fondu.

Supposons qu'on fasse cristalliser un mélange de deux substances miscibles à l'état solide et à l'état fondu. Au début de la solidification, les cristaux formés varient continuellement en composition, ce qu'exige le maintien de l'équilibre avec la phase liquide variable; conformément aux conclusions du travail classique de Rosebooom sur les solutions solides. Avec un refroidissement suffisamment brusque, on obtient des cristaux dont la composition varie de l'intérieur à la surface, selon un certain gradient de concentration. Dans la plupart des alliages, il suffit d'un chauffage prolongé, à une température inférieure à celle des premières gouttes liquides, pour faire disparaître ce défaut d'homogénéité.

Bruni a montré qu'il se produit une véritable interdiffusion entre les chlorures de sodium et de potassium, quand ils sont mélangés et chauffés à l'état solide, observation que Végard a confirmée par la méthode des rayons X.

Tammann a tenté de déchiffrer l'arrangement des atomes dans les solutions solides par des moyens purement chimiques, en observant l'action des réactifs chimiques sur le solide. Cette étude a mis en évidence des particularités curieuses.

(1) *Nature* (de Londres), 24 octobre 1925.

Par exemple, s'il s'agit d'un alliage d'or et d'argent la séparation des deux métaux, qui consiste à dissoudre l'argent par l'acide nitrique, n'est possible que lorsque la proportion de l'argent dépasse 60 o/o. Lorsqu'il y a trop d'or, l'acide, après n'avoir dissous que peu d'argent, reste impuissant à attaquer plus profondément, en sorte que l'action s'arrête. D'après Tammann, il en va de même pour les divers réactifs qui attaquent l'argent, la proportion limite de l'or variant d'ailleurs selon les cas.

D'après Schumacher, ce serait uniquement à cause d'une pellicule gazeuse de revêtement que ni le verre ni la silice ne se laisseraient mouiller par le mercure. Sur les surfaces métalliques qui, aussitôt leur formation, retiennent des atomes étrangers, les pellicules persistantes qui se déposent joueraient un rôle important pour ce qui est de la résistance à la corrosion.

Par clivage, on peut parvenir à une face cristalline nette. Pour le mica, Tammann a observé qu'une surface fraîchement clivée est plus soluble dans l'eau que les surfaces plus anciennes, dont, habituellement, on considère la solubilité comme la solubilité normale de la substance.

Parmi les solides, ce sont les alliages qu'on connaît chimiquement le mieux, grâce au microscope et aux techniques thermiques et électriques. En identifiant au microscope les diverses phases en présence, on obtient une vérification directe des prévisions de la règle de Gibbs, qui, dans ce domaine, se montre particulièrement fructueuse.

S. V.

Botanique

La maturation des fruits du kaki (*Diospyros kaki*). — Une étude faite par le Dr Bargonistura et publiée par *Natura*, Revue de la Societa Italiana de scienze naturali, sur la maturation du kaki, aboutit aux conclusions suivantes :

Cette maturation se produit en deux phases, dans la première il s'accumule dans le fruit des composés ternaires divers auxquels est associée une petite quantité de tanin qui à l'état libre empêche le passage à la seconde phase.

La disparition du tanin libre permet le passage de la pectose à la pectine, le gonflement de celle-ci enfermée dans les espaces intercellulaires; c'est le commencement d'une série de phénomènes d'asphyxie des tissus parenchymateux, d'une respiration intra-moléculaire, avec dégénérescence grasse, formation de traces d'alcool éthylique, et destruction de la lamelle moyenne cimentant les cellules.

La disparition du tanin libre est probablement due en partie à une oxydation, mais n'est pas complète dans nos pays (Italie) où la température pendant la période de maturation se tient sous la limite nécessaire pour la complète oxydation respiratoire du tanin.

Le froid, compromettant la vitalité des cellules, donne lieu à la précipitation du tanin sur les substances protéiques du plasma sous forme insoluble, soustrayant ainsi la pectose à l'action antagoniste du tanin qui, ainsi, n'empêche pas la transformation en pectine.

L. R.

Thérapeutique

Chaulmoogra et autres graines utilisables contre la Lèpre. — L'huile de Chaulmoogra est utilisée depuis des siècles, en Extrême-Orient, contre certaines affections de la peau et en particulier contre la lèpre, mais ce n'est que depuis une trentaine d'années qu'elle a fait son entrée dans la thérapeutique européenne qui l'utilise également contre la tuberculose.

Les graines du *Taraktogenos Kurzii* King, petit arbre de l'Inde, de la famille des Flacourtiacées, étaient seules considérées jusqu'à présent comme susceptibles de produire une huile active. Or, une dizaine d'autres espèces au moins, de la même famille, sont maintenant connues comme fournissant des graines renfermant les mêmes principes, les acides chaulmoogrique et hydnocarpique. Elles viennent de faire, de la part de M. le Professeur Perrot, de la Faculté de Pharmacie de Paris, l'objet d'une importante étude (*Travaux de l'Office national des matières premières végétales pour la Droguerie, la Pharmacie, la Distillerie et la Parfumerie*, 12, avenue du Maine, Paris). Appartenant aux genres *Hydnocarpus Oncoba* et *Caloptroche*, elles sont réparties, avec les *Taraktogenos*, dans toutes les régions tropicales, Indes anglaises, Siam, Cambodge, Philippines, Bornéo, Brésil, Afrique occidentale.

Un chapitre est consacré à la description de toutes les espèces dont les graines renferment les acides du groupe chaulmoogrique et hydnocarpique. De superbes figures, dont deux représentent les fruits des faux Chaulmoogra (*Gynocardia odorata* R. Br.), accompagnent ces descriptions. L'auteur passe ensuite successivement en revue : les essais de culture des Flacourtiacées à huile du groupe chaulmoogrique, la toxicité des Flacourtiacées, la composition chimique des huiles du groupe chaulmoogrique, la préparation et l'emploi en thérapeutique des huiles et éthers des acides gras de ce groupe.

En terminant cette précieuse documentation, M. Perrot appelle l'attention sur la nécessité de la culture dans nos colonies des espèces à haut rendement. « L'Amérique estime, dit-il, à plus de 1.000.000 d'hectolitres d'huile de Chaulmoogra la quantité nécessaire à ses besoins actuels. C'est donc environ plusieurs centaines de mille tonnes de graines qu'il faudrait pour alimenter le marché mondial ». Pour lutter contre des fléaux tels que la lèpre et la tuberculose, on ne saurait attendre.

F. G.

Alimentation

Pourquoi mange-t-on si peu de poisson en France ? — MM. A. Loir et Legagneux, qui, depuis longtemps, mènent une ardente campagne en vue de développer la consommation du poisson dans notre pays, viennent d'exposer les motifs pour lesquels celle-ci est si faible. Avec raison, ils estiment que l'effort des 80.000 pêcheurs, qui, tous les jours, risquent leur vie pour un maigre salaire, est mal utilisé parce que la pêche continue à s'exercer comme autrefois, à l'époque où, par suite du manque de moyens de transport, elle ne pouvait servir qu'à nourrir la population côtière. Il est nécessaire que la pêche s'industrialise, que le travail des pêcheurs devienne plus efficace, moins dur, mieux rémunéré, et que des dispositions soient prises pour que rien ne soit perdu du poisson amené à la côte (*Académie de Médecine*, 23 novembre 1926).

D'autre part, la pêche est dispersée dans un grand nombre de petits ports qui ne disposent pas de l'outillage nécessaire pour conserver et expédier le poisson. Il n'y a guère qu'à Boulogne, La Rochelle et Lorient qu'il existe des mareyeurs relativement bien organisés; partout ailleurs, l'expédition du poisson n'est faite que par des commissionnaires en marée. L'absence de chambres froides dans les ports et de trains frigorifiques pouvant transporter en tout temps, loin et à bon marché, du poisson en bon état de conservation, maintient très élevés les cours du poisson et empêche la population de régions entières d'en consommer régulièrement.

Enfin l'éducation du public est entièrement à faire. Même dans les classes cultivées on considère, bien souvent encore, le poisson comme un produit de peu de valeur alimentaire et incapable de remplacer la viande. Beaucoup

de personnes ne sachant pas reconnaître le poisson frais en consomment qui présente un degré d'altération déjà assez avancé et accusent ensuite un aliment excellent en lui-même des méfaits résultant de l'action nocive des produits de putréfaction qu'il renferme trop fréquemment. Dans l'intérêt du pays qui gaspille son cheptel et continue à acheter de la viande à l'étranger, il faudrait que les pouvoirs publics, s'appuyant sur l'avis de l'Académie des Sciences et de l'Académie de Médecine, prissent l'initiative d'une campagne énergique, menée dans toute la France par les membres de l'enseignement et la presse, pour combattre ce qui entrave le développement intensif de la pêche et de la consommation du poisson même dans les provinces éloignées de nos côtes.

Voici d'ailleurs, le programme dont MM. Loir et Legagneux poursuivent activement la mise en œuvre :« 1° Augmentation des produits pêchés en industrialisant la pêche et en permettant ainsi de tirer profit de tout ce que le pêcheur ramène dans ses filets. Cette industrialisation ne peut se faire que par la formation de grandes sociétés et par la création de grands marchés aménagés de façon à recevoir et à expédier rapidement le poisson et à tirer profit des sous-produits de la pêche. »

« 2° Stabilisation des prix exercés par la régularisation des marchandises, régularisation opérée en se servant de chambres froides permettant de mettre sur le marché au moment voulu les marchandises demandées par le consommateur ».

« 3° Etude du mode d'expédition le plus pratique amenant diminution de volume et de poids et permettant de livrer le poisson dans le minimum de temps. »

« 4° Etude du meilleur état de présentation à l'acheteur de chaque variété de poisson (poisson vidé, étêté, filets découpés) ».

« 5° Développement des friteries dans les centres industriels donnant à l'ouvrier la possibilité, sans perdre de temps, de consommer un aliment de premier ordre ».

« 6° Publier les modes de préparation culinaires variables suivant chaque poisson ».

« 7° Instruire le public, soit par l'école, soit par des conférences dans les muséums, sur les moyens de reconnaître les poissons et leur valeur alimentaire ».

Dans quelques semaines un navire-usine reviendra dans nos ports avec un gros chargement de poisson. Comme la mise en marche de la pêche industrielle sur mer était peut-être la partie le plus difficile à obtenir du programme de MM. Loir et Legagneux cette première réussite fait bien augurer de l'avenir.

A. B.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Génie maritime

La construction des phares et balises en mer. — Il est indispensable, dans certains cas, de construire sur un rocher isolé ou même sur une roche sous-marine, un phare puissant. Les ouvrages de cette nature coûtent cher, les dépenses du phare de Men-Tensel-Kéreon, récemment construit dans le Fromweur, se sont élevées à 860.000 francs pour l'édifice et 115.000 francs pour les appareils. La construction de la tour, entreprise en 1907 ne fut achevée qu'en 1917, encore ce délai est-il un record, surtout si l'on songe aux difficultés des années de guerre.

En présence de ces difficultés, il faut un motif bien puissant pour entreprendre de tels travaux. Ceux des tourelles-balises que l'on cherche à multiplier dans les régions semées d'écueils sont même assez délicats pour qu'on puisse hésiter entre ces constructions — destinées parfois à porter un feu permanent — et une bouée lumineuse, que l'on peut d'ailleurs recharger en temps agité, alors que le débarquement d'un homme sur une tourelle ne peut se faire que par une mer calme.

Les frais d'entretien des deux signaux lumineux sont du même ordre (7.000 fr. par an) mais les incidents de mer causent la perte annuelle d'une bouée sur soixante environ, tandis que les procédés mis en œuvre par le service des Phares, assurent. d'une manière presque certaine, la conservation des tourelles.

Si l'installation d'une bouée lumineuse est ainsi une excellente solution *provisoire*, la construction d'une tourelle est une œuvre beaucoup plus intéressante.

M. de Rouville, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, a donné, dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, une étude complète de la construction des tours en mer. Cet important travail, que nous recommandons à tous ceux qui s'intéressent aux travaux maritimes, va nous permettre de donner, par quelques exemples, une idée des procédés employés.

Nous n'insisterons pas : sur le choix, combien délicat cependant, de la roche où l'on établira le signal ; sur l'étude du régime de la mer et des courants alentour, qui demande plusieurs campagnes ; sur la recherche des fissures, des défauts, de la base de fondation et des moyens d'accostage. Ce dernier point a une certaine importance, si l'on songe qu'une houle de 0 m. 40 au large peut déterminer, au voisinage des hauts-fonds, des dénivellations de 8 mètres !

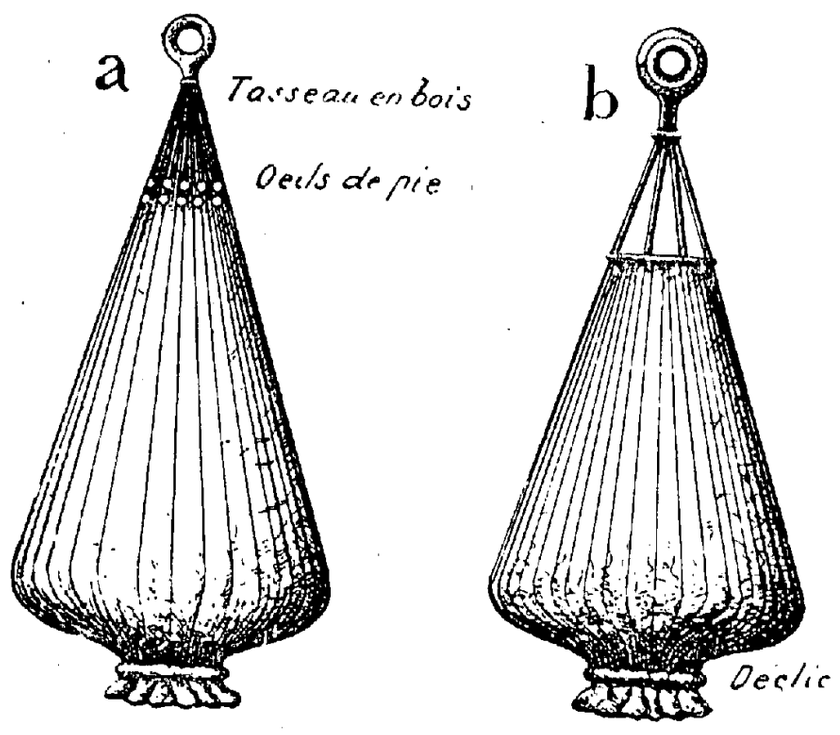


Fig. 60. — Sacs pour le coulage du Ciment.

Nous renonçons, en raison de la variété des circonstances, à donner des indications sur la manière dont on fera le projet de la tour, c'est-à-dire dont on pourra prévoir les dimensions, les poids et la liaison des matériaux, leur charge sur la fondation, afin d'assurer la résistance aux efforts statiques des houles, et surtout au choc des lames, dont la violence, s'exerçant en un temps très court, se trouve concentrée sur une faible surface et se répète d'une manière assez régulière pour qu'on puisse redouter, dans cer-

tains cas, des effets de résonance mécanique susceptibles de ruiner les constructions.

Le schéma du massif de fondations étant arrêté, une période héroïque commence : aménagement de la roche pour faciliter des débarquements et préparer les travaux de fondation proprements dits, cela toutes les fois que l'on peut débarquer : Aux Pierres-Vertes (S.-E. du Fromweur), on débarque 4 fois en 7 ans; le 2 septembre 1913, en dépit du calme général, les hommes y étaient mouillés jusqu'aux reins.

Lorsque la fondation doit être sous-marine, et bien que l'on coule le ciment pur en poudre, soit dans des caisses à fond mobile, soit dans des sacs (fig. 60) on ne peut se

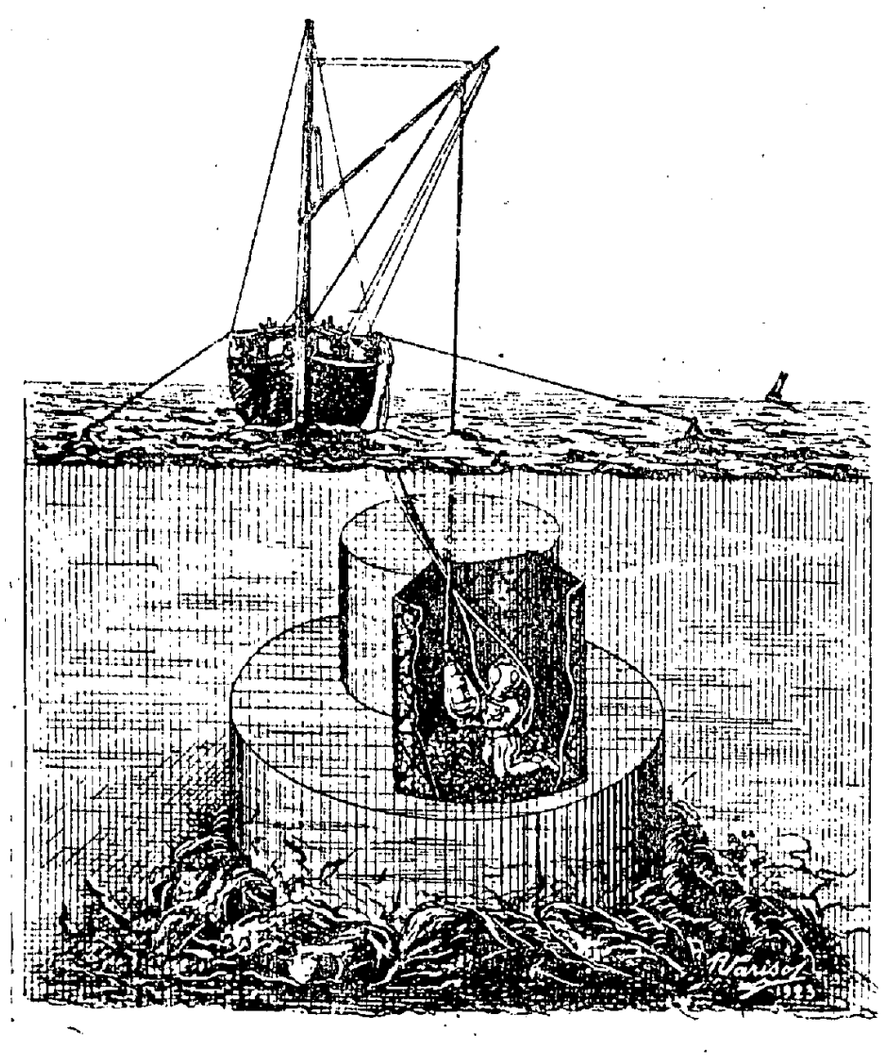


Fig. 61. — Fondation par casiers

passer du scaphandrier pour diriger ces engins et les ouvrir, sauf si la profondeur d'immersion est très faible.

On hésite à se servir de « canons à ciment » capables de refouler à l'air comprimé, en peu de temps, une masse considérable, qui ne tiendrait probablement pas aussi bien que les massifs que l'on édifie par assises successives comprenant chacune, autour d'un casier unique, des casiers périphériques où l'on immerge le ciment (fig. 61).

Un casier est une solide carcasse doublement garnie de mailles assez serrées pour retenir le ciment, tout en laissant passer les laitances résultant du délavage par l'eau de mer. Si l'on évite les vides dans les casiers, leur adhérence mutuelle suffit à assurer la stabilité de la construction. Les joints sont assez serrés pour que le poignard des scaphandriers, par exemple, n'y puisse pénétrer, ce poignard n'est pas une vaine parure, les congres de grande taille et les requins sont des adversaires qu'il faut parfois combattre.

En Méditerranée, on emploie des caissons que l'on fait flotter jusqu'à la roche où ils sont immergés.

On a essayé, après régularisations d'une plateforme, sur le plateau de Rochebonne, recouvert d'au moins 4 mètres d'eau — plateau accore où se brisent à 54 kilomètres des côtes vendéennes, les houles atlantiques — de couler un caisson de 14 mètres de diamètre et de 9 m. 30 de hauteur qui aurait servi de fondation à un phare important.

Ce caisson bien armaturé, pourvu de doubles parois bétonnées, soutenu par des flotteurs et complété par un avant-bec et un arrière-bec en charpente, ayant été construit à La Pallice, a été remorqué plusieurs fois jusqu'à Rochebonne, mais toutes les tentatives de mouillage en cet endroit, échouèrent à cause des vents et des courants qui faisaient dériver le caisson-flottant malgré les amarrages.

Le caisson fut coulé près de l'île de Ré, à la pointe sous-marine de Chauchardon vers la cote — 4,50 le 26 juin 1913.

Nous regrettons de ne pouvoir insister sur les moyens avec lesquels les exécutants ont su vaincre les difficultés successives et imprévues, étude qui pourrait faciliter les nouvelles entreprises de ce genre.

*
* *

Mais, le plus souvent, on peut construire le phare ou la tourelle, sur une roche qui découvre, en basses-mers et que l'on aménage, tout d'abord, en bloquant les creux et en procédant à un premier bétonage convenablement lié aux parties saines de cette roche.

L'armature métallique est un des éléments les plus efficaces et les plus commodes de cette liaison.

On fait donc des forages que l'on répartit au mieux dans les creux et sur les pointes de manière à intéresser la plus grande masse possible à la résistance de l'ouvrage.

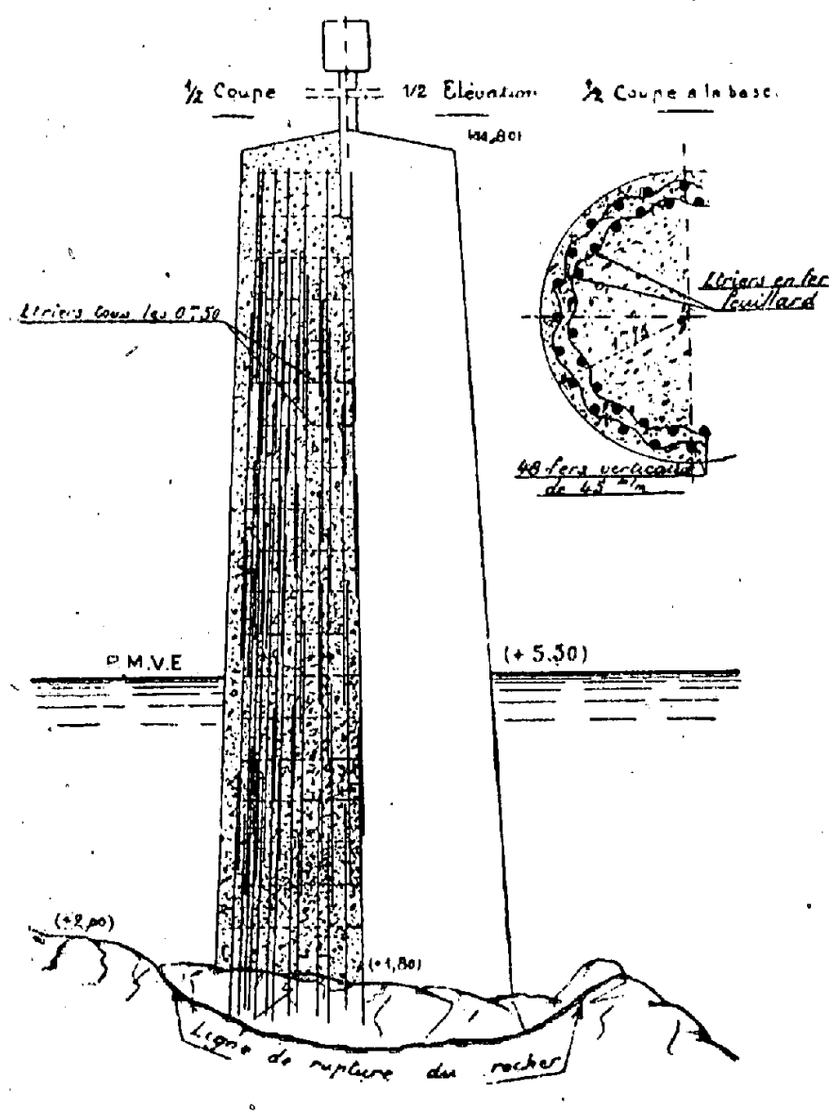


Fig. 62. — Rupture d'une tourelle-balise

Mais si un écueil est évidemment apte à défier longtemps les assauts de la mer, cela dans son état naturel, il en est tout autrement lorsqu'il est surmonté d'une tourelle, gigantesque bras de levier qui multiplie les efforts d'arrachement, aussi faut-il se garder d'arrêter uniformément les sondages à une profondeur uniforme. C'est ainsi que la tourelle de la « Jument de Penmarch », ancrée à l'aide de forages de 0 m. 50 (fig. 62) a été arrachée.

Il est dangereux également de trop rapprocher les armatures, les unes les autres et du parement du massif, mais les barres doivent être prolongées par d'autres barres qui touchent les premières sur 1 m. 50 de hauteur, ce qui

correspond à un scellement de 0 m. 50, chacune des extrémités étant recourbée en crosse. Ces barres sont des fers ronds de 30 à 50 m/m. de diamètre et de 1 m. 30 à 3 m. 50 de longueur, suivant la saillie que l'on peut laisser libre, au-dessus de la maçonnerie pendant la construction du massif, moments délicats où l'armature est ployée, brisée et même *vrillée* sous l'action de la mer.

Les forages se font également à l'aide de marteaux-perforateurs à air comprimé. Les précautions à prendre sont classiques : éviter que l'air comprimé ne soit gras afin que les soupapes ne collent et pour cela brancher la conduite aussi haut que possible sur le collecteur d'air surmontant le compresseur, purger le trou de ses poussières pour éviter d' « engager » le fleuret. On peut arriver pra-

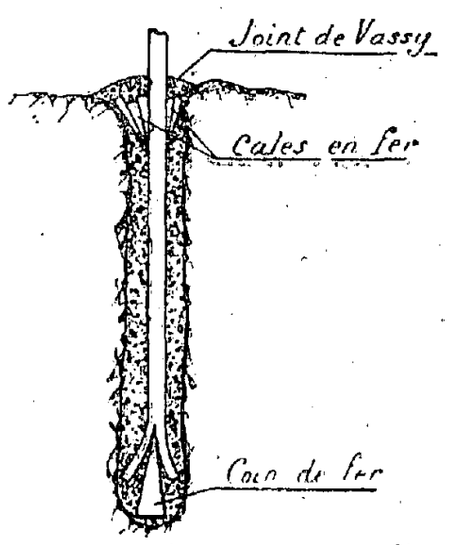


Fig. 63. — Scellement ordinaire.

tiquement à dépasser dans le rocher, une profondeur de 3 m. 50.

Le scellement se fait au ciment pur ou au mortier très riche; plus ou moins liquide selon que le trou peut être asséché ou non. On peut améliorer la tenue du scellement si, fendant l'extrémité inférieure de l'armature, on y engage un coin, de manière à pouvoir, avant la prise du ciment coulé, frapper énergiquement sur la tige pour

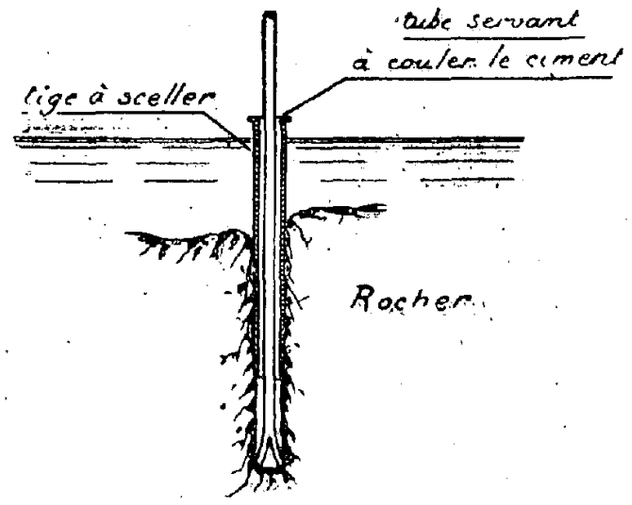


Fig. 64. — Scellement tubulé.

l'ouvrir en queue de carpe (fig. 63). Pour éviter le délavage superficiel pendant la coulée, on emploie souvent un tube concentrique à l'armature (fig. 64) ou un bourrelet de ciment de Vassy, mais on a soin, d'abord, de coincer la barre avec des cales en fer, au niveau supérieur du forage, pour l'empêcher d'être ébranlée par le retour du flot, avant la prise complète du ciment.

Pour combattre d'ailleurs, les risques qu'entraîneraient de mauvais scellements, on a soin, dans les chantiers, d'engerber le faisceau des armatures pour les solidariser dans leur résistance aux lames.

Quant aux matériaux de construction, on tend de plus en plus, à les remplacer par le ciment armé.

Le ciment pur à grosse mouture, coulé en poudre, est réservé aux parties qui ne découvrent jamais; le ciment de Vassy à prise rapide n'entre que dans les ouvrages accessoires ou pour protéger les maçonneries fraîches qui doivent être recouvertes par la marée, ce ciment commode mais peu sûr doit être enlevé au commencement de la séance de travail qui suit.

Si l'on trouve des pierres de taille dans la superstructure de certaines tourelles, c'est qu'on n'avait pas d'autres moyens pour augmenter leur solidité; actuellement il vaut mieux employer le béton armaturé, et si l'on éloigne les armatures des parements, si l'on enfonce les ancrages à des niveaux différents, si l'on emploie convenablement des mortiers riches, on a beaucoup de chances de réussir à fonder une construction durable.

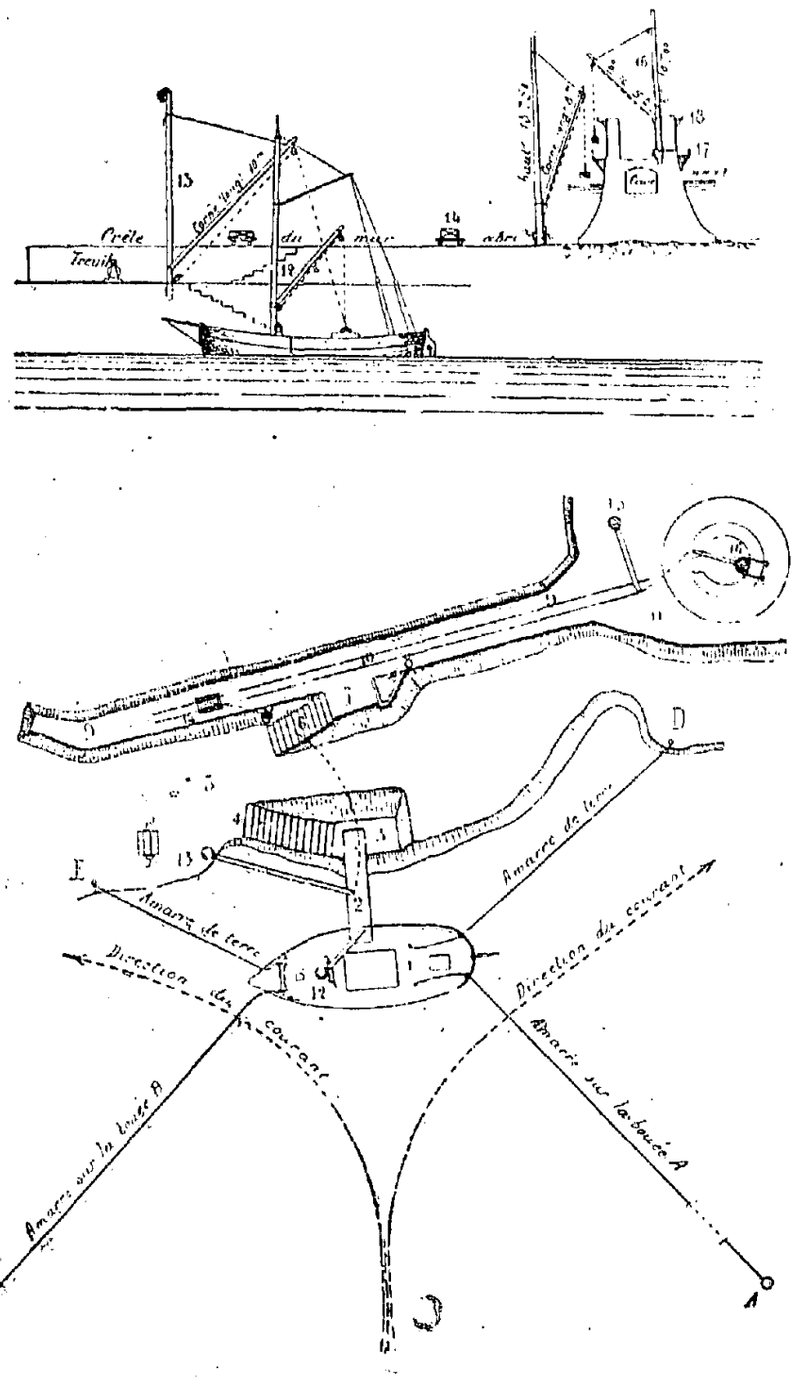


Fig. 65. — Organisation d'un chantier à la mer

Mais ce qui est difficile, c'est l'organisation du chantier maritime.

Si, pendant les travaux préparatoires, il est inutile d'avoir un matériel un peu important, dès que l'ouvrage offrira une base et un abri relatifs, il y a généralement intérêt à intensifier les moyens d'action pour profiter, au mieux, des rares journées convenables.

On prendra comme base de terre, un hâvre aussi rapproché que possible du chantier et où les courants, pour l'aller et le retour, pendant le jusant et pendant le flot, soient favorables. Il faut surtout que l'on puisse voir la roche, du port choisi comme base, ce qui évite bien des voyages inutiles.

L'élément indispensable, même du plus grand chantier, c'est le *canot* qu'il faut choisir d'après le régime de la mer dans les parages considérés, plus lourd s'il doit être

aux prises avec la grande houle de l'Atlantique, plus légers dans les mers moins ouvertes. Par exemple, dans les Côtes-du-Nord, on se trouve bien de la *baleinière à clins* de 2 à 3 tonnes, à 6 avirons.

Les bateaux avec moteurs à explosion — assez sûrs maintenant pour qu'on ne puisse craindre des pannes fâcheuses — accélèrent les travaux.

Une chaloupe de 8 à 10 mètres de longueur peut porter le personnel avec 10 à 15 tonnes de matériaux; sa puissance doit être capable de vaincre des courants rapides (Fromweur 11 nœuds, Raz de Sein, 7 à 10 nœuds). Même si l'on profite du moment propice, il faut de 30 à 40 chevaux au moins.

On peut utiliser aussi des *chalands plats*, pontés ou non, qui peuvent être munis d'une bétonnière.

Pour des chantiers particulièrement importants, on créa même de bateaux spéciaux :

En 1868, le vapeur *Confiance* de 90 T de déplacement, qui fut muni ensuite à l'arrière d'une bétonnière et à l'avant, de deux groupes électrogènes capables d'alimenter un treuil par des câbles sous-marins longs de 100 mètres et de 55 m/m. de calibre;

En 1880, le vapeur *Rochebonne* qui porte un groupe électrogène à vapeur;

En 1912, le vapeur *Eugène Potron*, long de 31 m. 50, qui déplace 230 tonnes renferme, un groupe électrogène et compresseur amovible.

En 1913, le *Blocqueville*, déplaçant 16 tonnes, long de 12 m. 50, qui est un bateau à moteur à pétrole de 25 chevaux; le moteur peut, soit actionner l'hélice, soit fournir de l'air comprimé pour les forages.

Les groupes moto-compresseurs que l'on emploie dans les mines et qui sont montés sur châssis et sur rails ne seraient pas commodes dans les travaux en question; d'où les groupes électro-compresseurs, que l'on peut facilement débarquer sur la roche et emporter à la fin de la séance de travail, pendant laquelle ils ont reçu leur énergie électrique d'un vapeur comme l' « Eugène-Potron »; d'où encore, les bateaux spéciaux comme le « Blocqueville », lequel constitue surtout un groupe moto-compresseur flottant, la coque de ce bateau de faible tirant d'eau étant très solide mais en bois, de manière à pouvoir résister à l'occasion, au talonnement sur les roches dont on l'approche en vue des travaux de forage (1).

En général, d'ailleurs on n'accostera pas la roche avec le bateau chargé des approvisionnements.

On établit un dispositif de mouillage à trois ou quatre branches à l'aide de bouées ou coffres tenus par des corps-morts ou des ancres.

Les dispositions à prendre dépendent des circonstances et de l'exposition des roches. La fig. 65 montre le cas où la roche a pu fournir un point d'amarrage et où le déchargement s'est fait à l'arrière.

L'outillage à bras a été remplacé peu à peu par de véritables treuils qui ont abouti au *Temperley*, transporteur que l'on emploie dès que l'ouvrage est assez haut pour soustraire l'échafaudage aux actions de la mer.

Cet échafaudage, supporté par des colonnes en béton armé coulées dans des viroles métalliques, constitue maintenant un procédé tout à fait recommandable.

Il faut reconnaître que les poutrages métalliques se montrent peu résistants à l'action des vagues. C'est ainsi que le premier échafaudage de temperleys que l'on avait installé, pour la construction du phare de Men-Tensel-Keroon fut emporté par une tempête, le 15 décembre 1910; il fut remplacé, l'année suivante par un échafaudage comprenant 4 colonnes en béton armé ayant chacune 1 mètre de diamètre et qui résistèrent; le pylône métallique central a été remplacé lui-même, un peu tard, par un mât en béton armé noyé dans la paroi de la tour.

La résistance de ces colonnes en béton armé paraît même assez certaine pour qu'on envisage, dans certains cas, l'installation, à l'aide de quelques pylônes de ce genre, de câbles qui transporteraient de la côte jusqu'à la roche voisine où l'on désire fonder une tourelle, le personnel et les matériaux, puis, pendant la période d'exploitation, le courant électrique nécessaire au fonctionnement du signal optique et du signal sonore. Ainsi, dans les parages dangereux, où l'on doit multiplier les signaux, un phare central distribuerait l'énergie électrique à toutes les tourelles accessibles à l'aide de câbles aériens. On a même songé à des câbles sous-marins.

Lorsque les ouvrages sont achevés, il convient de les surveiller de très près afin de procéder à temps, aux consolidations reconnues nécessaires.

C'est ainsi que le phare d'Armen, le plus éloigné de la terre ferme, a été entouré d'une ceinture en béton armé qui augmente sa masse et renforce sa liaison avec la roche, de sorte que les vibrations inquiétantes de cet ouvrage hardi ont diminué sensiblement.

La consolidation du phare de la Jument d'Ouessant, où des fissures importantes apparurent dans le soubassement fondé sur une roche isolée à l'extrémité S. E. des dangers de l'Ile d'Ouessant, fut un travail assez difficile. La disparition d'un méplat sur lequel s'exerçaient particulièrement les tempêtes du S.-W n'empêche, pas la manifestations, en 1915, de nouvelles fissures, lesquelles s'étendant jusque dans la citerne faisaient craindre un cisaillement de la base de l'édifice : on cuirassa le soubassement par un double revêtement intérieur et extérieur en béton armé, on élargit et exhaussa le massif de fondation lui-même.

Les masses existantes facilitaient les ancrages et malgré l'emploi des marteaux à air comprimé, il n'est pas certain que l'on aurait réussi, du premier coup, à étendre aussi largement le massif de fondation.

On doit donc retenir que l'établissement d'un premier noyau central peut faciliter la construction d'un soubassement plus important sur une roche qui *a priori*, se présente mal.

Les ressources de l'outillage moderne, l'art des ingénieurs, demeureraient cependant impuissants si l'ingéniosité des exécutants, les qualités morales du personnel, venaient à faire défaut. Il est réconfortant de constater que la conscience professionnelle des chefs de chantier et des marins qui exécutent ces travaux difficiles, ne diminue pas et qu'il y a toujours des hommes pour braver les dangers et résoudre les difficultés.

EDMOND MARCOTTE.

(1) Nous avons été appelé à collaborer à l'étude et à la mise au point de ce matériel *naval* compresseur et pneumatique que M. G. de Joly, Inspecteur général et Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées avait imaginé en 1911. . . .

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 21 février 1927

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Georges Bouligand.* — **Sur le potentiel et quelques théories connexes.**

— *André Boussel.* — **Sur les fonctionnelles également continues.**

— *Paul Flamant* (prés. par M. Emile Borel). — **Le développement d'une transmutation linéaire en séries de puissances de la dérivation et l'extension de la transmutation distributive.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Florin Vasilesco* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les valeurs limites des fonctions harmoniques.**

— *Gr. Fichtenholz* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur l'intégration des suites de fonctions sommables.**

GÉOMÉTRIE. — *W. Slebodzinski.* — **Sur les quadriques de l'espace remannien à trois dimensions.**

— *Paul Alexandroff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la décomposition de l'espace par des ensembles fermés.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Paul Mentré* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur certains déplacements d'une quadrique dans l'espace réglé.**

HYDRODYNAMIQUE. — *Henri Villat.* — **Sur une extension de la méthode d'Oseen.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Th. de Donder* (prés. par M. G. Kœnigs). — **La quantification relativistique des systèmes continus.**

MAGNETISME. — *Pierre Weis.* — **Sur le moment atomique dans les complexes de la famille du fer.**

Les complexes de Cr''' (indice de coordination 6), de Ni'' (indices 4 et 6) et de Cu'' (indice 4) ont le même moment que l'ion normal de même valence. Les autres : Fe'' (indice 6, exemple : ferrocyanures), Fe''' (indice 6, exemple : ferricyanures et Co''' (indice 6, exemple : cobaltamines, ont des moments différents de ceux de ions normaux. Mais leurs moments se trouvent sur la courbe, indiquée par l'auteur, à une abcisse égale au nombre effectif de l'ion normal, augmenté de 4 unités. On trouve ainsi, conformément à l'expérience, que les complexes ferreux et cobaltiques sont de moment nul comme Cu' et que les complexes ferriques ont le même moment que Cu''.

— *G. Foëx* et *Mlle A. Brunel* transm. par M. Pierre Weis). — **Propriétés magnétiques du pyrophosphate de manganèse à diverses températures, mesure du moment de l'ion Mn''.**

On avait déjà signalé au moins deux états magnétiques pour l'ion Mn'', l'un à 28 magnétons, dans des solutions de chlorure et de nitrate; l'autre à 29, dans le sulfate manganeux à $4H^2O$ et dans le sulfate anhydre. Les auteurs ont recherché s'il existait d'autres états de l'ion Mn''. Ils ont opéré sur un échantillon de pyrophosphate de manganèse $P^2O^7Mn^2$, préparé par F. Forrer, et démontrent l'existence de l'ion Mn'' à 30 magnétons, non signalé jusqu'ici.

— *Nicolas Perrakis* (transm. par M. Pierre Weis). — **Sur le paramagnétisme constant du vanadium pentavalent.**

Cette étude a porté sur les variétés jaune et rouge de pentoxyde de vanadium, à l'état de solution et à l'état solide. Pour des concentrations de 0 gr. 01 de V^2O^6 jaune par gramme de solution, le coefficient d'aimantation moléculaire du sel a été trouvé égal à $65{,}0 \times 10^{-6}$. L'étude du sel solide a conduit au résultat $\chi_M = 64{,}4 \times 10^{-6}$ qui est resté invariable entre 17° et 77° C. En résumé V^2O^5 a en solution et à l'état solide le même paramagnétisme.

Le vanadate d'ammonium solide a donné un coefficient d'aimantation moléculaire invariable entre 17° et 45° C. et égal à $19{,}1 \times 10^{-6}$, Le vanadate de sodium a, comme les deux autres, un paramagnétisme indépendant de la température dont la valeur, invariable entre 17° et 77°, est 23.5×10^{-6}.

Ces recherches montrent que le vanadium pentavalent possède un paramagnétisme indépendant de la température. Pour en dégager la valeur il faut corriger, dans chaque cas, le résultat obtenu du diamagnétisme du reste de la molécule.

ÉLECTRICITÉ. — *Henri Gutton* et *Jean Clément* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur les propriétés diélectriques des gaz ionisés.**

De faibles ionisations diminuent, aux plus basses pressions, la longueur d'onde du résonateur et cette diminution indique une décroissance apparente de la constante diélectrique au-dessous de l'unité. En augmentant l'ionisation la longueur d'onde passe assez brusquement à une valeur plus grande que celle qui correspond au gaz fort ionisé, indiquant ainsi une augmentation de la constante diélectrique. Le passage se fait par des ionisations qui provoquent un très fort amortissement du résonateur, ce qu'on ne peut expliquer qu'en faisant intervenir des forces quasi élastiques. Lorsqu'on atteint l'ionisation pour laquelle elles compensent les forces d'inertie, le signe de la différence de phase entre la force électrique et l'élongation des oscillations des grains électrisés s'inverse, ce qui change le sens de la variation de la constante diélectrique. L'amplitude des oscillations devient alors très grande et provoque le fort amortissement du résonateur.

MÉTROLOGIE. — *Albert Pérard* (prés. par M. Cotton). — **Recherches métrologiques sur quelques raies du néon et de l'hélium.**

L'auteur a effectué ses recherches avec l'interféromètre Michelson. Chaque expérience a consisté dans la détermination de l'écart entre l'excédent fractionnaire observé de l'ordre d'interférence, et l'excédent calculé en partant de la raie rouge du cadmium prise comme référence, et en adoptant provisoirement pour longueur d'onde de la raie étudiée la valeur approchée généralement admise.

Les résultats obtenus sont exposés dans un tableau.

OPTIQUE. — *C. V. Raman* et *K. S. Krishnan* (prés. par M. Brillouin). — **Sur la constante de biréfringence magnétique du benzène.**

Les auteurs montrent comment par des suppositions simples sur la structure de la molécule de benzène et sur l'anisotropie optique connue de la même molécule, on peut évaluer directement la constante de Cotton-Mouton pour la comparer avec la valeur observée.

— *A. Piccard* et *E. Stahel* (transm. par M. Pierre Weis). — **Sur le vent d'éther.**

Cette note est une énumération des remarques que suggère aux auteurs les observations faites par M. Brylinsky (*C. R.*, 184, 1927, p. 192) au sujet des expériences qu'ils ont faites à Bruxelles et relatives aux conditions de Miller sur le vent d'éther.

POLARIMÉTRIE. — *R. Descamps* (prés. par M. Cotton). — **Sur la dispersion rotatoire anormale, dans l'ultraviolet, de trois solutions aqueuses d'acide tartrique contenant de l'acide borique.**

Les nombres obtenus montrent que chacune des courbes de dispersion des trois solutions étudiées présente un pouvoir rotatoire maximum dans le domaine des rotations droites et un changement du signe de la rotation. Enfin le tracé des courbes montre que chacune d'elles subit une infexion. Donc ces courbes de dispersion rotatoire appartiennent au type « complexe anormal » du classement de Lowry. L'allure anormale des courbes de dispersion rotatoire des trois solutions peut s'expliquer en admettant que ces solutions contiennent deux espèces au moins de molécules optiquement actives possédant des dispersions différentes, conclusion en accord avec celle énoncée par R. Lucas (*C. R.*, 183, 1926, p. 29).

CHIMIE PHYSIQUE. — *J. Errera* (prés. par M. J. Perrin). — **Le pouvoir inducteur spécifique des mélanges hétérogènes.**

L'auteur étudie la variation du pouvoir inducteur spécifique de poudres cristallines en fonction de la compacité δ, c'est-à-dire du rapport du volume de la phase solide au volume total; cette grandeur est égale au rapport de la densité de la poudre à la densité du corps à l'état solide homogène. On part de corps pulvérisés et on les comprime jusqu'à atteindre, si possible, la densité du solide homogène en faisant des mesures de pouvoir inducteur spécifique aux différents stades de compression.

Le dispositif adopté pour les mesures est décrit à l'aide de figures et les résultats obtenus sont exposés au moyen d'un schéma.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Charles Moureu, Charles Dufraisse* et *René Chaux.* — **Autoxydation et action antioxygène (XXI). Expériences à chaud. Application au prblème du mode d'action des antidétonants.**

Les auteurs entendent par autoxydation le phénomène suivant : union d'une molécule entière d'oxygène O^2 avec une molécule du corps autoxydable A, donnant naissance à un peroxyde primaire A $[O^2]$ (formé avec absorption d'énergie aux dépens du milieu), lequel peut ensuite évoluer de différentes manières vers des produits d'oxydation stables.

Cette nouvelle série d'expériences a porté sur des hydrocarbures et quelques huiles animales et végétales. Les hydrocarbures paraffiniques ont manifesté une affinité notable pour l'oxygène libre à une température relativement peu élevée; l'autoxydation peut se produire sans catalyseur et elle est autocalytique. Il y a eu formation de peroxydes instables au cours de l'autoxydation.

L'autoxydation du tétrahydronaphtalène est notablement supérieure à celle de la paraffine, la décahydronaphtalène est moins oxydable, le naphtalène est très peu oxydable.

Pour le pétrole on a reconnu la formation de peroxydes L'autoxydabilité de l'huile de *Centrophorus granulosus* et des huiles de spermaceti, de foie de morue et d'arachides surpasse celle de la paraffine, alors que celle de l'huile de coprah est sensiblement moindre.

Les auteurs se sont occupés de l'application de l'autoxydation au problème du mode d'action des antidétonants : ils pensent que cette action doit s'exercer dans la phase liquide, et non, comme on l'admet généralement dans la phase gazeuse du carburant. Ils donnent dans cette Note une importante étude de cette question.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Charles Prérost* (prés. par M. Charles Moureu). — **Sur quelques dérivés de l'hexatriène 1. 3. 5.**

L'auteur montre que la formule attribuée par M. Griner au bromure résultant de l'action du tribromure de phosphore sur le divinylglycol, est inexacte. Ce bromure a pour formule :

$$CH^2Br—CH=CH—CH=CH—CH^2Br \quad \textit{trans-trans}$$

Il résulte de la démonstration de l'auteur que l'exatriène 1.3.5 qui, par bromuration ménagée, donne un dibromure identique à celui fondant à 85°, fixe le brome en 1.6 et non en 3.4 comme l'avaient dit MM. P. van Romburgh et W. van Dorsen.

— *Lespieau* (prés. par M. Charles Moureu). — **Carbures linéaires deux fois acétyléniques vrais $C^{18}H^{30}$ et $C^{20}H^{34}$.**

On a obtenu ces carbures en partant du liquide donné par la dissolution du magnésium dans un mélange d'éther et de bromure d'heptaméthylène. Le liquide est versé lentement dans une solution éthérée de 2.3 dibromopropène; 24 heures après on ajoute HCl dilué et l'on obtient un mélange très complexe dont, par de nombreuses rectifications, on a pu isoler notamment un bromure bouillant à 180-183° sous 16^{mm}. Ce bromure attaqué par six molécules de potasse alcoolique a donné le tridécadiène. Les queues du dibromure ayant servi à faire le carbure précédent en donnent encore beaucoup quand on les traite par la potasse.

— *Maurice Delaville* (prés. par M. A. Béhal). — **Aptitudes migratrices comparées des radicaux phényle et biphényle.**

Dans la transposition semipinacolique de l'iodhydrine dérivée du phénylbiphényléthylène, réalisée par action de l'azotate d'argent, il se forme un seul produit cétonique, la phényl-1-biphényl-2-éthanone. Il y a ainsi migration exclusive du radical biphényle; les aptitudes migratrices de ce radical sont donc supérieures à celles du radical phényle. Dans cette série, comme en série cyclique, les aptitudes migratrices vont de pair avec les capacités affinitaires.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *P. Nottin* (prés. par M. Lindet). — **Etude du dépôt de la fécule sur les plans de féculerie.**

Après avoir constaté, par l'analyse des eaux résiduaires de féculerie, une grande irrégularité dans les pertes subies par les industriels au cours des décantations sur plans, l'auteur a étudié méthodiquement les phénomènes qui se produisent sur le plan. Il a observé que le dépôt de fécule se forme en plus grande quantité vers la tête du plan et crée, dans cette partie, une pente de plus en plus forte; aussi les eaux résiduaires, sont-elles de plus en plus chargées de fécule, passant, dans un essai de laboratoire, de 0 gr. 5 par litre à 10 gr. 9. Il semble donc que les plans de féculerie ne doivent pas être inclinés, mais devraient, au contraire, pouvoir basculer pour maintenir à peu près horizontale la couche de fécule au fur et à mesure qu'elle se dépose.

TOXICOLOGIE. — *E. Kohn-Abrest* (prés. par M. d'Arsonval). — **Dosage sur place des traces de peroxyde d'azote dans l'air.**

Les procédés usuels de dosage présentant des irrégularités, il a paru à l'auteur que la fixation des vapeurs nitreuses par un alcali doit être le moyen le plus rapide et le plus efficace.

Le nitrate formé est dosé par le permanganate de potasse dont l'action est rapide à froid, en milieu acide, et se trouve facilitée par une légère agitation. On pourra, en outre, déterminer la teneur en nitrates du liquide oxydé, afin d'éviter toute cause d'erreur due à la présence éventuelle de l'ozone ou, au contraire, de certains gaz réducteurs (SO^2H^2). L. Franchet.

PÉDOLOGIE. — *M^{lle} V. Malychef* (prés. par M. G. André). **Sur les sols podzoliques du nord-ouest de la Tunisie.**

Les sols podzoliques du nord-ouest de la Tunisie étudiés se forment sur les grès Numidiens et les argiles grises dures et schisteuses qui s'y intercalent, ainsi que sur leurs produits de décomposition (dépôts caillouteux de pentes). Ces roches ne donnent aucun autre sol dans cette région où elles sont toujours couvertes de maquis ou de forêts de chênes-lièges à sous-bois épais.

Dans les autres régions de l'Afrique du Nord, de pareils sols se forment probablement là où des conditions analogues sont réalisées, comme, par exemple, dans certaines régions forestières de l'est de l'Algérie.

BOTANIQUE. — *G. Ollivier* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur les tétrasporanges du *Falkenbergia Doubletii* Sauv.**

L'auteur a suivi sur cette espèce le développement des tétrasporanges et même la germination des tétraspores.

Les tétraspores et les plantules sont dépourvues d'iode libre ou combiné à des bases minérales, comme si l'iode du *Folkenbergia* n'était pas une matière de réserve. Il y aurait lieu de rechercher si le *F. Hillebrandii*, signalé autrefois à Naples et à l'île d'Elbe, y fructifie comme la plante des Bermudes ou comme le *F. Doubletii*, autrement dit, s'il appartient à la première espèce ou à la seconde, ce qui pourrait être un indice sur le sens de la migration de celle-ci.

— *Pierre Dangeard* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Le noyau et l'évolution nucléaire chez les Bangiales.**

La présence d'un noyau et d'une division nucléaire normale chez les Bangiales contribue à rapprocher plus étroitement ce groupe des Floridées proprement dites. Le cycle évolutif, presque entièrement connu maintenant, est du même type, par rapport à l'évolution nucléaire, que celui des Floridées inférieures (Nemalionales).

La filiation aux dépens des Cyanophycées, soutenue par Ishikawa, en se fondant principalement sur le caractère primitif du noyau, devient très difficile à soutenir maintenant,

PHYSIOLOGIE. — *H. Vignes* et *Coisset* (prés. par M. F. Mesnil). — **Teneur de l'organisme en calcium et en halogènes au cours de la gestation.**

Les auteurs ont constaté que des femelles gravides ont une teneur en calcium inférieure à celle de témoins, Il semble donc légitime de parler de décalcification gravidique,

La teneur des tissus maternels en halogènes ne permet pas de confirmer la réalité de la rétention chlorurée gravidique; toutefois, elle indique une prédominance de chiffres forts chez deux femelles plus avancées dans le cours de leur gestation,

— *H. Labbé* et *A. Kotzareff* (prés. par M. A. Desgrez). — **Action de l'émanation du radium sur la glycémie chez la souris blanche.**

Des prises de sang répétées (quatre fois en 24 heures) ne modifient pas, d'une manière sensible, la glycémie de la souris normale. L'injection du liquide vecteur provoque, vers la cinquième heure, une faible hypoglycémie, probablement due au volume et à la composition chimique du liquide injecté.

L'injection du liquide radioactif provoque une forte hypoglycémie maximale entre la troisième et la cinquième heure, suivie d'un retour au taux normal vers la vingt-quatrième heure.

HISTOPHYSIOLOGIE. — *Maurice Azéma* (prés. par M. F. Mesnil), — **Accumulation de réserves graisseuses par le rein d'*Ascidia mentula* Müll.**

En dehors de sa fonction excrétrice, le rein d'*Ascidia mentula* est aussi un organe d'accumulation de réserves grasses. La durée de la période d'accumulation de ces réserves s'étend de juillet à janvier. Pendant l'autre moitié de l'année, ces graisses disparaissent et sont utilisées. Il ne semble pas qu'elles soient employées par l'ovaire, l'état de maturité génitale étant indépendant de l'état du rein. Aussi doit-on supposer qu'elles sont utilisées d'une façon plus générale, encore imprécisée.

BIOLOGIE. — *J. Chaine* (prés. par Ch. Gravier). — **Sur la perte progressive des insertions postérieures de certains muscles céphaliques.**

La régression progressive des insertions postérieures des deux muscles dorsaux (dépresseur de la mâchoire inférieure, temporal), paraît être une conséquence directe de la variation de direction que subissent les axes de la tête et du tronc, l'un par rapport à l'autre, au cours du développement phylogénique. Quant à ce qui est des muscles ventraux (sterno-mandibulaire et masse génienne), la régression des insertions postérieures peut encore être sous l'influence du même facteur, bien que celui-ci s'y cond dont l'action est bien connue : la tendance que posles muscles dorsaux; mais à ce facteur s'en ajoute un second dont l'action est bien connue : la tendance que possède tout faisceau musculaire croisant un plan osseux (ici l'hyoïde) à se fixer à celui-ci.

PARASITOLOGIE. — *E. Derrien* (prés. par M. Henneguy). **Porphyrines et Vers parasites.**

L'auteur a montré antérieurement comment les porphyrines par leur fluorescence rouge, observée en lumière ultraparaviolette (technique de Wood), pouvaient, dans certains cas, être décelés *in situ* chez les animaux. Il apporte aujourd'hui de nouvelles observations concernant la présence de certains Vers parasites chez quelques animaux, dans les cas de pleurésie vermineuse du Hérisson et la ladrerie du Porc.

L'examen fluoroscopique de la viande de Porc ladre montre, en outre, à côté des Cysticerques, de petits grains, inaperçus en lumière ordinaire, dont la fluorescence rouge paraît plus accentuée et qui se trouvent être des Cysticerques avortés et calcifiés.

PATHOLOGIE. — *Léon Blum* et *D. Broun* (transm. par M. Widal), — **La pathogénie de l'urémie.**

Dans 12 cas d'urémie, les auteurs ont observé régulièrement une rétention chlorée sèche : toujours il y a augmentation du chlore dans les tissus. Cette augmentation est souvent considérable et atteint pour certains organes des chiffres jusqu'à 5 à 7 fois plus élevés que normalement. Le sodium se comporte très différemment : son taux est nettement abaissé dans les cas de rétention chlorée sèche pure.

La rétention chlorée sèche accuse dans l'urémie une prédilection marquée pour le système nerveux et surtout pour sa partie la plus différenciée qu'est la substance grise.

Chez les brightiques avec rétention chlorée sèche ou rétention chlorée mixte, morts, non pas d'urémie, mais des suites de complications intercurrentes, la rétention chlorée sèche ne présente pas la même intensité ni surtout cette électivité pour la substance grise.

Chez deux sujets urémiques, avec azotémie faible de 0 gr. 6 d'urée par litre chez l'un, de 1 gr. 6 chez l'autre, les auteurs ont pu constater la rétention chlorée sèche du système nerveux central et en particulier de la substance grise.

P. Guérin

Séance du 28 février 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *A. Weinstein.* — **Sur un problème aux limites dans une bande indéfinie.**

— *Paul Lévy* (prés. par M. Hadamard). — **Sur l'itération de la fonction exponentielle.**

— *G. Polya* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les singularités des séries lacunaires.**

— *D. V. Jonesco* (prés. par M. Goursat). — **Sur une classe d'équations fonctionnelles.**

— *G. Cerf* (prés. par M. Goursat). — **Sur l'intégration des systèmes en involution d'équations linéaires aux dérivées partielles.**

— *Mandelbrojt* (prés. par M. Jacques Hadamard). — **Sur un complément au théorème de M. Fatou.**

MÉCANIQUE. — *G. Sugot* (transm. par M. Appell). — **Intégration des équations différentielles du mouvement gyroscopique d'un projectile.**

ÉLASTICITÉ. — *Kolossoff* (prés. par M. Mesnager). — **Sur une transformation des équations de l'élasticité.**

AÉRONAUTIQUE. — *J. Vorobeitchik* (prés. par M. P. Painlevé). — **Sur le vol horizontal d'un avion à grand rayon d'action.**

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *G. E. Brazier* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Sur la périodicité des situations magnétiques troublées observées au Parc Saint-Maur et au Val-Joyeux.**

Ces recherches concernent la période 1883-1918, soit 36 années d'observations faites au Parc Saint-Maur et au Val Joyeux. L'auteur a déterminé la fréquence des intervalles de diverses durées séparant les journées perturbées dans le cas où ces intervalles comprenaient 0,1,2,... jusqu'à 10 journées elles-mêmes perturbées et il n'a fait entrer en ligne de compte que les intervalles dont la durée était au plus égale à 100 jours. Les résultats obtenus semblent montrer que les journées où il y a des perturbations magnétiques auraient une tendance à se succéder à des intervalles dont la durée approchée serait égale à l'un des nombres que l'on obtient en multipliant par un facteur fractionnaire simple, compris entre 0,5 et 3, la période de rotation synodique des taches solaires.

ACOUSTIQUE. — *J. Thovert* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la propagation des ondes aériennes dans les grandes canalisations cylindriques souterraines.**

Dans les expériences de propagations des ondes aériennes effectuées dans des canalisations de 1 mètre (Th. Vautier) et de 3 mètres (Violle et Vautier) le calcul de la vitesse de propagation est affecté par la différence de température, 0°8, existant entre le bas et le haut d'une même section droite du tube. Ce défaut d'uniformité de la température, accompagné nécessairement d'une variation de l'état hygrométrique, entraîne la non-uniformité de la densité dans le plan d'une section droite; il en résulte une anomalie dans la propagation de l'onde.

Il semble, du reste, que les résultats de toutes les expériences dans les canalisations souterraines donnent, pour la vitesse du son, des valeurs inférieures à celles obtenues par les autres méthodes, et correspondent à une évaluation trop élevée du rapport C : *c*.

OPTIQUE. — *J. Cabannes* et *P. Daure* (prés. par M. A. Cotton). — **Mesure absolue de l'intensité de la lumière diffusée par le benzène à l'état liquide.**

L'auteur est amené à conclure que les liquides diffusent moins de lumière que n'indiquent les théories actuelles. Le coefficient N, égal à $6,5 \times 10^{23}$ dans le cas des gaz, est de $7,8 \times 10^{23}$ dans le cas de benzène et reste voisin de 8×10^{23} pour tous les liquides étudiés. Tous les essais tentés pendant ces dernières années pour améliorer la théorie augmentent la valeur de R. Il n'est donc pas possible actuellement de déduire le nombre d'Avogadro de la mesure de la diffusion de la lumière par les liquides.

PHYSIQUE. — *Belin* et *Holweck* (prés. par M. L. Lumière). — **Sur la télévision. Premiers résultats dans la transmission des images animées.**

Avec le nouvel appareil qu'ils ont employé, les auteurs, au lieu d'analyser l'image d'un objet éclairé en permanence, en totalité, déplacent sur l'objet lui-même un spot très intense qui est obtenu en faisant, sur cet objet, l'image d'un petit diaphragme de 0 centim. 1 de diamètre éclairé par le cratère d'un arc Garbarini. La double sinusoïde d'analyse est obtenue par deux miroirs oscillants autour d'axes rectangulaires sur lesquels vient se réfléchir le fin pinceau lumineux devant former le spot. L'oscillation des miroirs est obtenue mécaniquement. Deux alternateurs transmettent à distance les coordonnées du point lumineux. La mise en phase est assurée par la rotation des stators des alternateurs.

La réception est faite au moyen d'un oscillographe cathodique, l'intensité du faisceau mobile d'électrons étant modulée au moyen d'un diaphragme percé d'un trou, porté à un potentiel variable par rapport au filament. L'oscillographe est relié à une pompe moléculaire hélicoïdale y entretenant un bon vide. La tache cathodique très fine est déviée au moyen du courant des deux alternateurs agissant magnétiquement au travers d'un tube de maillechort de $0^{mm},1$ d'épaisseur dans l'axe duquel passe le faisceau.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Pierre Jolibois, Henri Lefebvre* et *Pierre Montagne* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur le rendement chimique dans la décomposition du gaz carbonique sous faible pression par l'étincelle condensée.**

Poursuivant leurs recherches sur les variations du rendement chimique dans la dissociation d'une masse connue de gaz carbonique en fonction du nombre de calories fournies sans pertes à l'extérieur, les auteurs ont entrepris une série d'expériences pour comparer les premiers résultats obtenus avec ceux que l'on obtient en utilisant l'étincelle condensée.

Lorsqu'on opère avec un tube assez large pour que l'étincelle n'en vienne pas lécher la paroi, le rendement chimique augmente en même temps que le potentiel explosif; lorsque l'étincelle occupe une faible fraction du volume total, le rendement se trouve abaissé, de même que si on oblige l'étincelle à passer contre la paroi intérieure du tube. Lorsqu'on fait décroître la capacité du circuit de décharge, on voit que pour les faibles quantités d'énergie, le rendement est en fonction croissante de cette dernière; pour les valeurs élevées de l'énergie, c'est l'inverse qui a lieu. Pour une capacité donnée du circuit, le potentiel explosif, au début, s'élève d'une étincelle à la suivante et il en résulte une augmentation de rendement.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Paul Gaubert* (prés. par M. Fred. Wallerant). — **Sur la formation à l'état instable de deux hydrates de platocyanure de magnésium.**

L'expérience a montré que les hydrates à 2 et 4 H^2O n'ont une affinité particulière pour l'eau qu'un moment après leur formation. En raison de la température élevée à laquelle se fait l'hydratation, la tension de vapeur contenue dans l'air est très faible, c'est pourquoi l'eau nécessaire ne doit pas provenir de l'atmosphère. L'auteur pense qu'il s'agit de celle qui a été adsorbée pendant leur formation rapide, par les cristaux des deux hydrates à 2 et 4 H^2O, eau qui, avant de se dégager définitivement, contribue à former l'hydrate rouge à 7 H^2O.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Albert Kirrmann* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Méthode de synthèse des aldéhydes α bromées.**

L'auteur a pu obtenir facilement les corps résultant de l'action du brome sur les aldéhydes de la série grasse, en partant des réactifs sous la forme naissante, à savoir l'acétal d'une part, le chlorobromure de phosphore de l'autre. La méthode de synthèse qu'il indique est pratiquement applicable à partir de C^4 et donne de bons rendements à partir de C^5. Toutes les aldéhydes obtenues distillent dans le vide sans décomposition; elles sont incolores et ne brunissent que très lentement. Le réactif de Schiff les colore en violet et elles donnent facilement des composés bisulfitiques. Elles possèdent une odeur écœurante pour les termes élevés, piquante pour les premiers. En C^3 et C^4 elles sont énergiquement lacrymogènes.

CHIMIE AGRICOLE. — *A. Demolon* et *G. Barbier* (prés. par M. L. Lindet). — **Etude du mécanisme des échanges d'ions dans le complexe argile-chaux.**

Le rôle important des colloïdes argileux dans le pouvoir absorbant des sols de limon dont la terre à briques peut être considérée comme la roche-mère, avait été mis en évidence par M. Demolon (*C. R.* 182, 1926, p. 1235 et 183, 1926, p. 1121). Dans cette nouvelle Note, les auteurs étudient l'évolution du complexe fondamental argile-chaux. Ces recherches montrent que l'échange de l'ion Ca de ce complexe avec (NH^4) (K) (Na) est régi par une formule d'adsorption. L'examen des courbes qui se superposent dans l'ordre (NH^4) (K) (Na) indique que le pouvoir décalcifiant décroît dans le même ordre; l'énergie de fixation de ces trois ions varie dans le même sens, avec minium pour Na.

L'étude de l'action de CO^2 dissous a montré que la méthode d'Hutchinson ne peut assurer la neutralité théorique d'un sol acide que si elle ne renferme pas de CO^2 dissous en excès. Les auteurs concluent que grâce aux colloïdes argileux et par voie d'équilibres, la nature tend à ralentir les phénomènes de décalcification au fur et à mesure de leur progression. L. FRANCHET.

MICROBIOLOGIE DU SOL. — *S. Winogradsky.* — **Recherches sur la dégradation de la cellulose dans le sol.**

L'auteur a réussi à isoler une dizaine de formes bactériennes qu'on pourrait classer provisoirement dans deux groupes assez homogènes : le groupe *Cytophaga*, dont toutes les formes possèdent une action éminemment fibrolytique et le groupe des Vibrions dont l'action fibrolytique est beaucoup moins prononcée.

Les données exposées dans cette Note laissent entrevoir toute l'importance du rôle des microbes fibrolytiques dans l'économie du sol, comme pourvoyeurs de colloïde organique aux dépens de l'énorme provision, régulièrement renouvelée, de cellulose qui tombe sous leur action.

GÉOLOGIE. — *Ch. Gorceix* (transm. par M. Pierre Termier). — **Que la variation des longitudes peut être attribuée à une autre cause que la dérive des continents.**

La constatation de variations dans les longitudes de certains points n'implique pas forcément une dérive du continent où on les constate; elle prouve tout aussi bien une variation dans l'aplatissement du géoïde considéré comme ayant une croûte continue. Il est même probable que la multiplicité des observations répétées sur une longue période ne puisse donner un meilleur résultat.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *R. Combes* (prés. par M. M. Molliard). — **La substance azotée, chez une plante ligneuse, au cours d'une année de végétation.**

Chez le Hêtre jeune, la tige et la racine perdent environ la moitié de leurs substances azotées au moment où se développent les jeunes feuilles: elles en accumulent au contraire, aux dépens des feuilles, lorsque celles-ci jaunissent et se préparent à tomber. Une partie des matières azotées de la tige et de la racine émigre donc, au début de la période active de végétation, pour aller constituer les feuilles, puis revient vers les organes vivaces en peu avant la chute des feuilles. La tige et la racine contiennent ainsi plus de matières azotées en hiver qu'en été.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *V. Imar* et *Samdahl* (prés. par M. Guignard). — **Sur la constitution de la kirondrine α.**

La kirondrine α est un principe amer et toxique, qui n'est ni un alcaloïde, ni un glucoside, mais une lactone, renfermant une ou plusieurs fonctions aldéhydiques, se rapprochant ainsi des autres substances retirées des Simarubacées : la simaruhine, la samaderine, l'ailanthine et surtout la quassine dont elle se distingue d'ailleurs nettement par la coloration violette qu'elle donne avec l'acide concentré.

ANATOMIE. — *A. Rochon-Duvigneaud* et *M. L. Verrier* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Sur l'existence de poches séreuses dans l'orbite et dans l'œil des Téléostéens.**

Ces poches séreuses orbitaires supérieure et inférieure sont séparées de la sclérotique par leur membrane propre et une petite épaisseur de tissu conjonctif muqueux. Elles sont largement séparées l'une de l'autre. On ne les rencontre que sur les coupes verticales; elles manquent sur les coupes transversales, ce qui implique que l'une et l'autre n'occupent qu'un secteur en haut et en bas.

Les deux cavités séreuses orbitaires peuvent fonctionner comme séreuses articulaires dans les mouvements du globe.

La poche séreuse orbitaire a été trouvée chez tous les Téléostéens dont les auteurs ont examiné l'orbite en coupes microscopiques.

PHYSIOLOGIE. — *Béhague, Garsaux et Charles Richet fils* (prés. par M. Charles Richet). — **Rythme et fréquence respiratoires des animaux soumis à la dépression barométrique.**

Si l'on abaisse rapidement la pression barométrique jusqu'au point qui entraîne la mort, on observe plusieurs phases successives : *polypnée*, *digopnée*, et *anisopnée*.

La polypnée est naturellement le phénomène de défense bien connu. Puis, quand l'air est de plus en plus raréfié et que l'animal va succomber, l'oligopnée apparaît, probablement sous l'influence d'un sang dont la teneur en O^2 et CO^2 est très modifiée. Peut-être cette oligopnée est-elle un phénomène de défense que l'on peut comparer à la bradycardie de la période ultime de l'asphyxie.

Quant à l'anisopnée, c'est-à-dire la dissociation des mouvements respiratoires, elle est sans doute due à une perturbation dans le fonctionnement du centre bulbaire.

ENTOMOLOGIE. — *Pierre Lesne* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Les Gyrins subfossiles de Belle-Isle-en-Mer.**

Les différentes couches tourbeuses de Ster Vras ont fourni à l'auteur d'assez nombreux débris de Coléoptères aquatiques du genre *Gyrinus*, parmi lesquels 78 débris d'élytres ont pu être identifiés. Sept formes spécifiques ont été reconnues.

Les Gyrins ne sont plus représentés à Belle-Isle que par le seul *G. elongatus*. Il semble avoir là un fait parallèle à celui constaté par Godeceau (1919), à savoir l'appauvrissement marqué de la flore aquatique de Belle-Isle depuis l'époque du dépôt de la tourbe.

ZOOLOGIE. — *Armand Dehorne* (prés. par M. F. Mesnil). — **Le cycle reproducteur annuel de *Dodecaceria concharum* au Portel. La Schizométamérie.**

Il existe jusqu'ici pour *Dodecaceria* : 1° un *faciès lithothamnien* (anse Saint-Martin, Manche) avec les modalités de reproduction sexuée décrite par Caullery et Mesnil, mais sans phénomènes de schizométamérie; 2° un *faciès kimméridgien* (roches de l'Heurt, Le Portel, Pas-de-Calais) caractérisé par de la schizométamérie qu'on rencontre depuis la fin de juillet jusqu'en février.

EMBRYOGÉNIE EXPÉRIMENTALE. — *Louis Bounoure* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Les gonocytes primaires chez les embryons de Crapauds issus d'œufs soumis à une surmaturation utérine.**

La surmaturation de l'œuf ne modifie en rien, chez l'embryon, l'apparition des gonocytes primaires et la formation de la première ébauche génitale. Dans tous ses

essais pour réaliser, tant *in vitro* que *in vivo*, la surmaturation ovulaire, l'auteur a vu les premiers éléments germinaux sortir, comme d'habitude, du vaste réservoir de cellules vitellines, à destinations diverses, que représente l'endoderme.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *A. Fernbach, M. Schoen* et *Motohichi Mori* (prés. par M. Roux). — **Quelques observations sur la fermentation dite élective.**

Les auteurs rappellent un certain nombre de faits qui conduisent à remettre en question tout le problème de la fermentation dite *élective*. On pourrait admettre que le pouvoir électif d'une levure tient à ce que la zymase qu'on peut en extraire ne fait pas fermenter tous les sucres avec la même vitesse. Toutefois, il resterait encore à expliquer pourquoi ce pouvoir électif varie d'une levure à l'autre. Peut-être faudrait-il admettre que le pouvoir électif est sous la dépendance directe des substances qui accompagnent la zymase.

— *A. Marxer* (prés. par M. Hemneguy). — **Le ferment protéolytique du *Bacillus subtilis*.**

L'auteur s'est proposé de préciser l'influence de la constitution des milieux sur la production et les caractères du ferment protéolytique élaboré par le *B. subtilis*.

Si le bacille est cultivé sur une décoction de son faite à 4 pour 100 dans l'eau ordinaire et additionnée d'une solution normale de soude jusqu'à réaction alcaline au tournesol, on constate, après une croissance de 3 à 8 jours, que le pouvoir protéolytique est au moins 300 fois plus élevé que dans la culture sur milieux ordinaires.

La température optima d'action réside entre 37 et 39° exactement comme pour la trypsine pancréatique. Il est possible de faire varier considérablement la réaction optima en modifiant le milieu.

PATHOLOGIE. — *Maurice Letulle* et *Louis Vinay* (prés. par M. Quénu). — **Le cancer expérimental du poumon.**

En injectant, par petites doses et plusieurs mois durant, à la fois dans le poumon et sous les téguments, une solution de glycogène additionné d'acide lactique, en faible proportion (0,40 pour 100), on obtient à coup sûr, au bout de plusieurs semaines et après 15 à 20 injections, des îlots de sclérose pulmonaire bien circonscrits.

Une figure met en valeur les boyaux épithéliaux de nouvelle formation; une seconde montre, vus à un fort grossissement, les détails des néoformations carcinomatoïdes.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. C. D. Walcott, Associé étranger, depuis 1919, est mort le 9 février à Washington. Il était né en 1850 dans l'Etat de New-York. Il laisse, en Paléontologie des travaux très importants, particulièrement sur les Trilobites, dont il fut le premier à faire connaître l'existence des pattes, des antennes, des branchies et toute l'organisation interne. Ce remarquable travail lui permit de démontrer que les Trilobites constituaient un type primitif, différent des crustacés. C'est à lui également que l'on doit la découverte dans le Nord de l'Amérique de la faune à *Olenellus* beaucoup plus ancienne que la faune à *Paradoxydes*, découverte en Bohème par Barrande. Ces travaux, et bien d'autres encore, lui avaient valu d'être considéré comme un des plus grands paléontologistes.

Parmi ses nombreux titres, il convient de citer ceux de Président de l'Institut Carnegie, Secrétaire Chef du Service exécutif de l'Institution Smithsonienne, Directeur des Musées nationaux, du Bureau des échanges internationaux, du Bureau d'Ethnologie, du Parc Zoologique national, etc. Parmi les grandes Missions qu'il organisa ou conduisit lui-même, celle de la Colombie anglaise et de l'Alberta, qu'il dirigea personnellement, fut la plus féconde.

Pendant la dernière guerre, ses deux fils, dont l'un tomba glorieusement à Verdun, étaient aviateurs et sa fille, infirmière en France.

— Charles Graeb, Correspondant de l'Académie pour la section de Chimie est mort à l'âge de 86 ans à Franfort-sur-le-Mein, où il était né. On lui doit d'importantes découvertes en chimie organique, mais celle qui contribuera le plus à perpétuer son nom, c'est la « synthèse de l'alizarine ». C'est en partant d'un procédé de réduction des substances aromatiques oxygénées, procédé imaginé par von Baeyer, que Graeb, qui avait été son élève, put démontrer que l'alizarine était un dérivé de l'anthracène. Après avoir dérivé l'alizarine naturelle, de l'anthracène, il réussit également à transformer l'anthracène en alizarine.

On sait ce que furent, au point de vue industriel, les conséquences énormes de la synthèse de l'alizarine.

Académie de Médecine. — L'Académie est autorisée à accepter le legs qui lui a été fait par M. C. E. L. Merville, pour la fondation d'un prix destiné à récompenser le savant qui aura trouvé le traitement préventif ou curatif, ou l'un et l'autre, de la tuberculose pulmonaire ou du cancer.

Institut océanographique. — A la suite du concours organisé par l'Institut océanographique, en 1926, pour favoriser la consommation du poisson en France, les récompenses suivantes ont été accordées :

1er prix : 4.500 fr. et une médaille. — Le Dr Vanheckhoet (Amiens).

2e prix : 3.500 fr. et une médaille. — M. Gabriel Wernle (Paris).

3e prix : 2.500 fr. et une médaille. — M. Louis Bronkhorst (Quimper).

4e prix : 1.500 fr. et une médialle. — *Ex æquo* : Mlle Renée Leynat (Paris), M. Emile Marchand (Paris), Capitaine Poix (Rochefort-sur-Mer).

Il a été décerné en outre :

5 premières médailles.
5 deuxièmes médailles.
11 troisièmes médailles.
14 mentions honorables.

Commission supérieure des Inventions. — La composition de la Commission est ainsi modifiée. La Commission comprend :

1° Un président, un secrétaire général (et un secrétaire général adjoint) nommés par décret sur la proposition du Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts;

2° Le directeur, le directeur adjoint, le chef des Services techniques et les présidents des comités techniques de l'Office National des Recherches et Inventions;

3° Dix membres de l'Académie des sciences, désignés par l'Académie;

4° Des représentants des départements ministériels et services intéressés, savoir :

12 représentants du Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts;

1 représentant de la Présidence du Conseil (secrétariat général du conseil supérieur de la défense nationale);

12 représentants du Ministère de la Guerre;

8 représentants du Ministère de la Marine;

3 représentants du Ministère de l'Agriculture, dont le

directeur de l'Institut des Recherches agronomiques et un Inspecteur général des laboratoires;

3 représentants du Ministère du Commerce et de l'Industrie, dont le directeur de l'Office national des combustibles liquides;

3 représentants du Ministère des Colonies;

2 représentants des Services techniques de l'Aéronautique;

3 représentants du Ministère des Travaux Publics;

1 représentant des Services de la Marine marchande;

2 représentants du Ministère des Finances;

Le président de la Commission peut, à titre exceptionnel et temporaire, faire appel au concours de certains techniciens pour l'examen de questions spéciales.

Outre les attributions qui lui sont conférées par les décrets des 13 novembre 1915 et 16 janvier 1923, la Commission supérieure des Inventions est chargée de donner son avis sur les mesures concernant la coordination des recherches scientifiques et l'utilisation des ressources scientifiques du pays.

Il est constitué au sein de la commission supérieure des inventions une section permanente dont les membres sont désignés par le ministre de l'Instruction publique, d'accord avec les Ministères et services intéressés.

Conseil supérieur d'Hygiène publique de France. — Une place d'auditeur au Conseil supérieur d'Hygiène publique de France est déclarée vacante dans la catégorie des membres du Conseil d'Etat, en remplacement de M. Bouchard, démissionnaire.

Le Ministre nomme les auditeurs sur une liste double de présentation dressée par le Conseil supérieur.

Les candidats sont invités à produire leur demande accompagnée d'un exposé de leurs titres, dans un délai expirant le 1er avril 1927, au Ministère du Travail, de l'Hygiène, de l'Assistance et de la Prévoyance sociales (Direction de l'assistance et de l'hygiène publiques, 5e bureau, 7, rue Cambacérès).

Association française pour l'Avancement des Sciences. — Le 51e Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences s'ouvrira à Constantine, le mercredi 13 avril 1927. (Les congressistes pourront donc quitter la France le 11 avril, dernier délai).

Les séances se tiendront pendant quatre jours consécutifs (jusqu'au 16 avril inclus).

A partir du dimanche 17 avril, sont organisées un certain nombre d'excursions de longueurs variables. Elles prendront fin le 20 et le 22 avril de manière à permettre le départ des Congressistes qui sont obligés de rentrer à la fin des vacances de Pâques.

Parmi les conférences qui auront lieu pendant le Congrès, il y a lieu de citer particulièrement celles, au nombre de quatre, qui seront consacrées à la question de l'*Eau dans le département de Constantine et de l'Afrique du Nord*. Ce sont :

L'Eau au point de vue géologique : M. Joleaud, Professeur à la Sorbonne.

L'Eau au point de vue archéologique : M. Albertini, Directeur des Antiquités en Algérie.

L'Eau au point de vue agronomique : M. Perruchot, Chef du Service agricole du département de Constantine.

L'Eau au point de vue thermo-minéral : M. Chassevant, Professeur d'Hydrologie à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie d'Alger.

La grande excursion finale : Constantine à Touggourt et retour, aura lieu du 17 au 21 avril inclus.

Il y aura, en outre, une série de quatre excursions d'un jour :

17 avril : Djémila;
18 avril : Timgad;
19 avril : El Kantara;
20 avril : Hammam Meskoutine.

IVe Congrès International de Limnologie Théorique et Appliquée. — Lors du dernier Congrès tenu à Moscou en 1925, Rome fut désignée comme siège du IVe Congrès de la Société internationale de Limnologie théorique et appliquée. Il se tiendra dans cette ville au mois de septembre 1927.

Le Comité italien organisera des excursions limnologiques dans les environs de Rome et dans les régions les plus caractéristiques, au point de vue limnologique, de l'Italie centrale (lacs de Trasimeno et de Bracciano) et septentrionale (lac des Préalpes) et aussi à Naples.

Ces excursions auront lieu pendant et après le Congrès dont les dates et le programme seront publiés ultérieurement.

Une Exposition de Limnologie sera organisée à Rome, et une Exposition de Pisciculture, à Como.

Les adhésions, ainsi que les titres des communications doivent être adressés de suite au Président du Comité organisateur Italien, du Congrès international de Limnologie, près R. Laboratorio Centrale di Idrobiologia, Via Tiburtina (Portonaccio), Roma 38 (Italie). L. F.

Vie scientifique universitaire

Conseil supérieur de l'Instruction publique. — M. Charléty, Recteur de l'Académie de Paris, est nommé membre du Conseil supérieur en remplacement de M. Lapie, décédé.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Le titre de Professeur sans chaire est conféré à MM. Mouton, Dufour, Guilliermond, Joleaud, Robert Lévy, Debierne, François Picard, Javillier, Dunoyer, Bruhat et Darmois.

— *Soutenances de thèses.* — Ont soutenu leur thèse pour le doctorat ès sciences :

15 mars. — M. Fromageot : « *Contribution à l'étude physico-chimique du métabolisme* ».

18 mars. — Mlle Lignier : « *Etude sur le pouvoir rotatoire des solutions aqueuses des électrolytes en relation avec la concentration et l'activité des ions hydrogène* ».

— *Institut Radiophonique.* — M. S. Charléty, Recteur de l'Académie, a accepté la présidence de l'Institut Radiophonique de la Sorbonne en remplacement de M. P. Lapie, décédé.

— *Cité universitaire.* — L'acte de donation à l'Université de Paris d'une somme de 3.850.000 fr., due à la générosité de M. Jirohachi Satsuma, de Tokyo, vient d'être signé.

Cette donation est destinée à la construction et au fonctionnement dans la Cité Universitaire, d'un immeuble réservé aux étudiants japonais qui poursuivent des études d'enseignement supérieur à Paris.

La fondation sera ouverte également aux Professeurs, Médecins ou savants japonais venant faire à Paris des travaux de recherches ou des études complémentaires.

Enfin par une attention particulièrement délicate, il a été stipulé que les chambres qui se trouveraient disponibles seront exclusivement réservées à des étudiants français choisis de préférence parmi ceux faisant des études sur le Japon ou l'Extrême-Orient.

Etaient présents à la signature de l'acte :

M. Charléty, Recteur;
M. Jirobachi Satsuma;
M. Miyakoshi, Secrétaire de l'Ambassade du Japon;
M. Honnorat, ancien Ministre de l'Instruction Publique,

Président de la Fondation nationale pour le développement de la Cité Universitaire;

M. Maurice Gutor, Vice-Président du Comité de patronage des Etudiants japonais.

Cette imposante donation ne pourra que resserrer davantage les liens qui unissent déjà le Japon et la France.

Muséum d'Histoire Naturelle. — COURS DES PÊCHES ET PRODUCTIONS COLONIALES D'ORIGINE ANIMALE. — M. A. Gruvel, Professeur, a ouvert son cours le 21 mars, dans l'Amphithéâtre Cuvier (Rue Cuvier, 57), et le continuera les *lundi* et *jeudi* de chaque semaine à 5 h. 15.

(Le Cours sera interrompu du 10 avril au 22 mai en raison des vacances de Pâques et du Congrès des Pêches en Algérie et au Maroc; il reprendra le lundi 23 mai, comme précédemment).

Le Professeur traitera de « La pêche dans les temps préhistoriques et dans l'Antiquité. — Comparaison des méthodes et engins de pêche utilisés à ces époques, avec ceux en usage chez les peuples primitifs, en particulier ceux des colonies françaises.

Le cours sera accompagné de projections fixes. et de vues cinématographiques.

— COURS DE BOTANIQUE. — M. H. Lecomte, Membre de l'Institut, Professeur, a ouvert son cours le 23 mars, dans l'Amphithéâtre de la Galerie de Minéralogie et le continuera les *mercredi* et *jeudi* de chaque semaine à 10 heures.

Le Cours comprendra : 1° La répartition comparée des Arbres et des Herbes dans la végétation du globe et conclusions qu'on en peut tirer; 2° suite de l'étude des Dicotylédones.

La Galerie des herbiers est ouverte tous les jours de 13 à 17 heures pour les botanistes qui désirent poursuivre des études spéciales.

Des herborisations à la campagne seront annoncées par des affiches ultérieures.

Institut National Agronomique. — Des concours sur titres seront ouverts à 9 heures 1/2 du matin à l'Institut National Agronomique pour la nomination dans cet établissement :

1° Le mardi, 26 avril 1927, d'un Maître de Conférences Mathématiques;

2° Le jeudi, 5 mai 1927, d'un Professeur d'Agriculture coloniale.

Les jurys pourront demander aux candidats de développer un point du programme d'enseignement qu'ils présentent.

Les candidats devront adresser leur demande, quinze jours au plus tard avant l'ouverture du concours, au Ministre de l'Agriculture (Direction de l'Agriculture, 1er bureau).

Cette demande, établie sur timbre, devra être accompagnée des pièces suivantes :

1° Acte de naissance;

2° Pièce attestant que le candidat est Français, qu'il a satisfait aux obligations militaires, et s'il appartient à l'armée, une pièce établissant qu'il a obtenu, de l'autorité militaire, l'autorisation de se présenter au concours;

3° Pour les candidats non fonctionnaires, un extrait du casier judiciaire;

4° Exposé des travaux et des titres (les travaux imprimés seront joints en double expédition à cette note);

5° Programme détaillé, leçon par leçon, du cours, conformément aux données générales indiquées dans une note ministérielle qui sera communiquée aux candidats, sur leur demande, par la direction de l'Agriculture, 1er bureau. Ce programme sera remis, en triple exemplaires, sous pli cacheté, qui sera ouvert par le jury;

6° Pour les candidats non fonctionnaires, un certificat de visite médicale, délivré par un médecin assermenté, constatant que le candidat a eu la variole ou qu'il a été vacciné depuis moins de 3 ans; qu'il n'a aucun vice de constitution et n'est atteint d'aucune affection organique ou contagieuse le rendant impropre à l'enseignement.

Institut des Recherches Agronomiques. — Des concours seront organisés, à Paris, *42 bis*, rue de Bourgogne, aux dates ci-dessous indiquées, en vue du recrutement du personnel suivant :

1 directeur du laboratoire d'analyses, Montpellier, 11 avril 1927.
2 chefs de travaux de phytogénétique, 9 avril 1927.
2 préparateurs généticistes, 9 avril 1927.
1 préparateur d'apiculture, 9 avril 1927.
2 préparateurs entomologistes, 11 avril 1927.
4 préparateurs chimistes, 13 avril 1927.
2 préparateurs œnologistes, 13 avril 1927.
2 préparateurs de pathologie végétale, 14 avril 1927.

Sont seuls autorisés à concourir :

Pour l'emploi de directeur du laboratoire d'analyses de Montpellier, les directeurs auxiliaires et chefs de travaux auxiliaires de l'Institut des Recherches agronomiques.

Pour les emplois de chefs de travaux de génétique, les chefs de travaux auxiliaires et préparateurs titulaires et auxiliaires de l'Institut des Recherches agronomiques.

Pour les emplois de préparateurs, les préparateurs auxiliaires et stagiaires rétribués de l'Institut des Recherches agronomiques.

Les candidats devront adresser leur demande au Ministre de l'Agriculture (Institut des Recherches agronomiques, *42 bis*, rue de Bourgogne, Paris), le 2 avril au plus tard.

Ils devront produire les pièces suivantes :

1° Demande sur papier timbré.

(Pour les candidats au poste de directeur du laboratoire d'analyses, cette demande devra contenir l'engagement de se consacrer exclusivement à la fonction);

2° Mémoire sur les antécédents, mentionnant notamment les titres, publications et travaux poursuivis, les écoles fréquentées, les stages accomplis, accompagné des publications imprimées en double exemplaire, et tous autres renseignements propres à faire apprécier leurs mérites.

Les candidats auxiliaires temporaires devront, en outre, produire les pièces suivantes :

1° Acte de naissance;

2° Pièces établissant que le candidat a satisfait à la loi militaire;

3° Copie certifiée conforme des diplômes que possède le candidat;

4° Extrait du casier judiciaire.

La liste des candidats admis à concourir sera arrêtée par le Ministre.

Pour le directeur du laboratoire d'analyses et pour les chefs de travaux de phytogénétique, les concours consistent en une épreuve sur titres.

Pour les préparateurs, les concours ont lieu sur épreuves, comme suit :

A. — Préparateurs spécialisés dans les questions de génétique.

Le 19 avril 1927, à partir de neuf heures du matin, aura lieu une épreuve écrite, d'une durée de trois heures, portant sur un sujet se rapportant à l'amélioration des plantes cultivées.

Le jury pourra, s'il le juge utile, interroger les candidat

B. — Préparateurs spécialisés dans les questions d'entomologie et d'apiculture.

Le 11 avril 1927, à partir de neuf heures du matin, auront lieu les épreuves suivantes :

1° Une épreuve écrite (d'une durée de trois heures), sans livres, ni notes, pouvant comporter une ou plusieurs questions intéressant l'entomologie agricole, pour les candidats entomologistes, et l'apiculture, pour les candidats préparateurs apicoles;

2° Une épreuve pratique sans livres ni notes.

Chacune des épreuves est cotée de 0 à 20.

C. — Préparateurs chimistes et préparateurs œnologues.

Le 13 avril 1927, à partir de neuf heures du matin, auront lieu les épreuves suivantes :

1° Une épreuve écrite d'une durée de trois heures, sans livres, ni notes, comportant une ou plusieurs questions intéressant la technologie et la chimie agricole.

Pour les candidats œnologues, l'une des questions aura rapport à l'œnologie;

2° Une épreuve pratique comportant l'analyse qualitative et quantitative de produits alimentaires ou agricoles. Les candidats pourront s'aider de livres et manuels d'usage courant dans les laboratoires.

D. — Préparateurs spécialisés dans les questions de pathologie végétale.

Le 14 avril 1927, à partir de neuf heures du matin, auront lieu les épreuves suivantes :

1° Une épreuve écrite d'une durée de trois heures), sans livres ni notes, comportant une ou plusieurs questions intéressant la pathologie végétale;

2° Une épreuve pratique : détermination macroscopique d'échantillon de maladie de plante et un examen microscopique.

Ecoles Nationales d'Arts et Métiers. — Des examens seront ouverts le 8 juin 1927, à l'Ecole nationale d'Arts et Métiers de Paris, 151, boulevard de l'Hôpital, pour les emplois de professeur de dessin et de technologie, professeur de mathématiques, professeur de mécanique, professeur technique chef du bureau des études faisant fonctions de sous-ingénieur, professeurs techniques et professeurs techniques adjoints d'ajustage, de forge, de fonderie, modélerie.

Par contre, l'examen pour l'emploi d'ingénieur n'aura pas lieu.

Les candidats à ces divers emplois devront être âgés de vingt-cinq à trente-cinq ans, à la date de l'examen. Toutefois, cette dernière limite pourra être reculée de dix ans au maximum, pour les candidats justifiant de services militaires, ou ayant déjà effectué des versements pour le service des pensions civiles.

Les candidats devront, en outre, remplir les conditions spéciales fixées par les programmes respectifs de chacun de ces examens.

D'une façon générale, les épreuves pour chaque spécialité porteront sur les matières enseignées dans les écoles nationales d'Arts et Métiers.

Le programme des conditions à remplir et des connaissances exigées sera adressé aux candidats qui en feront la demande au ministère de l'Instruction publique, direction de l'Enseignement technique, 110, rue de Grenelle, Paris (7e).

Les demandes d'admission à l'examen, accompagnées des pièces exigées (pièce concernant l'état civil du candidat, relevé des titres, certificats, diplômes, *curriculum vitæ*, etc.), devront être adressées au ministère de l'Instruction publique, direction de l'Enseignement technique, le 30 avril 1927, au plus tard.

Université de Strasbourg. — M. Christian Pfister, Doyen de la Faculté des Lettres de Strasbourg est nommé Recteur de l'Académie en remplacement de M. Charléty nommé Recteur de l'Académie de Paris.

M. Pfister est Membre de l'Académie des Sciences morales et politiques depuis 1921.

Université de Lille. — *Faculté des Sciences.* — La chaire de Minéralogie et de Géologie est transformée en chaire de Géologie et Géographie physique (chaire d'Université, Maîtrise des Conférences d'Etat).

M. Leriche, Maître de Conférences de Paléontologie houillère est nommé Maître de Conférences d'Etat et Professeur de Géologie et de Géographie physique.

— Le titre des chaires ci-après désignées est modifié comme suit :

Ancien titre	*Nouveau titre*
Chaire de botanique appliquée.	Chaire de paléo-botanique.
Chaire de botanique.	Chaire de botanique générale et appliquée.

Université de Bordeaux. — *Faculté des Sciences.* — M. Aubel, Maître de Conférences, est nommé Professeur sans chaire.

— *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — M. Delaunay, Agrégé, est nommé Professeur sans chaire.

Université de Nancy. — *Faculté des Sciences.* — M. Joly, Maître de Conférences, est nommé Professeur sans chaire.

Université de Rennes. — *Faculté des Sciences.* — MM. Tison et Le Rolland, Maîtres de Conférences, sont nommés Professeurs sans chaire.

Université de Dijon. — *Faculté des Sciences.* — M. Queva, doyen, est renouvelé pour trois ans dans ses fonctions.

— *Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie.* — M. Leclerc, directeur, est renouvelé pour trois ans dans ses fonctions.

Université d'Aix-Marseille. — *Faculté des Sciences.* — M. Rivals, doyen, est renouvelé pour trois ans dans ses fonctions.

— *Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie.* — M. Alezais, directeur, est renouvelé pour trois ans dans ses fonctions.

Université d'Alger. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — L'emploi d'Agrégé d'Histologie est déclaré vacant.

— Il est créé une chaire d'Anatomie médico-chirurgicale et Médecine opératoire.

M. Cabannes, Chargé de cours de Médecine opératoire, est nommé Professeur dans la nouvelle chaire. L. F.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

B. Niewenglowski. — Cours de Géométrie analytique à l'usage de la classe de Mathématiques spéciales, des candidats aux Ecoles du Gouvernement et des candidats à l'Agrégation des Sciences mathématiques. T. IV. Applications des Quaternions à la géométrie analytique. In-8° de 212 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 52 fr.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Impr. P. & A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 7 — 65e ANNÉE — 9 AVRIL 1927

LE DOMAINE ACTUEL DE LA PYROMÉTRIE

La pyrométrie, pendant ces vingt dernières années, a subi une très rapide évolution. Sur la plus grande étendue de l'échelle des températures l'accord est pratiquement réalisé, non seulement sur les méthodes de mesures à adopter, mais aussi sur les valeurs à attribuer aux températures repères. Dans le domaine des hautes températures, s'il subsiste encore des divergences notables concernant la détermination des points fixes on peut, en revanche, considérer que l'accord est fait, quant à la méthode à adopter. C'est pourquoi il nous a paru utile de résumer brièvement, pour les lecteurs de la *Revue Scientifique*, les divers aspects de cet important problème, en insistant sur les lacunes qui restent encore à combler.

I. — Echelles thermométriques.

Thermomètres a gaz.

Echelle centigrade. — L'échelle thermométrique normale (échelle centigrade) est définie, on le sait, par le thermomètre normal à hydrogène. Le phénomène thermométrique utilisé est la variation de pression à volume constant, d'une masse d'hydrogène enfermée dans le réservoir de l'appareil sous une pression de un mètre de mercure normal et à la température de la glace fondante.

Au-delà de 1.100 degrés l'hydrogène ne peut plus servir, il traverse trop facilement l'enveloppe de platine du thermomètre ; on lui substitue l'azote qui a permis d'atteindre le point de fusion du palladium (1). Aux très basses températures l'hélium est préférable à l'hydrogène, il reste voisin de l'état parfait jusqu'au-delà de —253 degrés (point d'ébullition de l'hydrogène) (voir tableau 1).

Echelle thermodynamique. — Pour éviter de choisir un corps thermométrique particulier et obtenir une échelle indépendante de la nature de ce corps thermométrique, Lord Kelvin proposa d'adopter une échelle fondée sur le principe de Carnot (échelle thermodynamique) (2).

Si l'on fait parcourir à une masse gazeuse un cycle de Carnot formé de deux portions d'isothermes et de deux portions d'adiabatiques, si l'on désigne par Q_1 et Q_2 les quantités de chaleur mises en jeu, le long des deux portions d'isothermes, les températures absolues T_1 et T_2 des deux isothermes sont définies par la relation : $\frac{T_1}{T_2} = \frac{Q_1}{Q_2}$.

Le calcul (2) montre que l'échelle thermodynamique se confond, au changement d'origine près (3), avec l'échelle centigrade fournie par la dilatation d'un gaz *supposé parfait*.

(1) Day et Sosman. *Journal de Physique*. 2, 1912, p. 831, 727 et 899 (mesure des températures élevées par le thermomètre à gaz).

(2) Pour la définition de cette échelle et sa comparaison avec l'échelle normale voir p. ex. *Burgess* et *Le Chatelier*, The measurement of high températures, p. 26 et suiv.

(3) On passe d'une température exprimée en degrés centigrades (1063° C) à la température thermodynamique (ou absolue) correspondante en lui ajoutant 273° (1336°K).

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

En pratique, l'échelle fournie par un *gaz réel* (hydrogène, azote, hélium) doit être corrigée pour tenir compte des écarts que présente le gaz avec les lois de Mariotte, de Gay-Lussac et de Joule.

Nous donnons ci-dessous (tableau 1) les valeurs de ces corrections, en nous limitant au cas du thermomètre à volume constant, le seul actuellement employé. Dans le domaine d'utilisation des divers thermomètres à gaz, c'est-à-dire dans les limites où le gaz ne s'éloigne pas trop de l'état parfait, ces corrections restent faibles et peuvent être effectuées avec précision ; on remarquera que leur importance est moins grande dans le cas du thermomètre à hélium que dans le cas du thermomètre à hydrogène.

Tableau 1

Corrections à faire subir aux températures fournies par le thermomètre à gaz à volume constant pour passer aux températures absolues correspondantes (1).

Températures en degrés centigrades	Thermomètre à H	Thermomètre à He	Thermomètre à Az
— 253° C	Inutilisable	+0,038	Inutilisable
— 200	+0,069	+0,020	+0,52
— 100	+0,017	+0,003	+0,05
0	0	0	0
+ 300	+0,006		+0,10
+ 700	+0,027		+0,42
+1000	+0,044	+0,001	+0,66
+1300			+1,1
+1600			+1,5

Les traits en pointillé représentent les limites d'utilisation courante des divers thermomètres à gaz.

Points fixes. — Résultats fournis par le thermomètre à gaz. — Pour concrétiser l'échelle de températures donnée par le thermomètre à gaz, pour permettre en outre la comparaison des échelles établies dans divers laboratoires, pour permettre enfin la réalisation commode de températures repères, on a été amené dès 1887, sur la proposition de Le Chatelier à choisir des points fixes (températures de fusion, de solidification ou d'ébullition de corps purs) susceptibles d'être reproduits avec précision, on trouvera à la fin de cet article, les divers points fixes actuellement adoptés et les températures correspondantes. Ajoutons que *l'accord est fait* à une faible fraction de degré entre les laboratoires des divers pays (Bureau of Standards, Physikalisch-Technische Reichsanstalt, National physical Laboratory) *dans tout l'intervalle qui va de* 1063° C. (*point de fusion de l'or*) *à* —253° C. (*point d'ébullition de l'hydrogène*) (1).

Aux températures élevées situées au-dessus du point de fusion de l'or l'accord n'est pas encore réalisé quant aux valeurs à adopter pour les points de fusion du palladium et du platine. Les incertitudes qui subsistent actuellement sont de 2° à 3° sur le point de fusion du palladium et de 10° environ sur le point de fusion du platine ; nous reviendrons d'ailleurs un instant sur ce point à propos du problème de l'extrapolation aux températures élevées.

II. — Echelles pratiques de températures. Instruments d'interpolation et domaines d'utilisation.

Le thermomètre à gaz ne peut être utilisé que dans les laboratoires spécialement outillés ; étant données ses grandes dimensions, on rencontre en particulier des difficultes sérieuses, surtout aux temperatures élevées, dans la réalisation de fours présentant une grande uniformité de température sur toute la longueur du récipient thermométrique.

Le thermomètre à gaz, en résumé, doit être considéré comme un instrument primaire destiné à fixer l'échelle thermométrique dans les limites que nous avons indiquées ci-dessus (+1063° C., —253° C.). On a été amené à rechercher des instruments de mesures secondaires, susceptibles de servir d'instruments précis d'interpolation, entre les températures repères fournies par le thermomètre à gaz. Notons de suite que le thermomètre classique à mercure n'est plus utilisé comme instrument de précision. Il est d'usage beaucoup moins commode que le thermomètre à résistance de platine, dont nous allons dire un mot, il fournit une précision plutôt inférieure et oblige à des corrections longues, difficiles et souvent incertaines (déplacement du zéro, colonne émergente, pressions extérieure et intérieure). Son domaine d'utilisation est en outre beaucoup moins étendu que celui du thermomètre à résistance de platine, en particulier aux basses températures.

Thermomètre à résistance de platine. — Ce thermomètre (fig. 66) est basé sur la variation de résistance du platine pur, en fonction de la tem-

(1) Ces corrections relatives aux basses températures ont été données par *Cath et Kammerlingh Onnes*. Communication Labor. Leyde, 156 a, 1922.

(1) Pour les très basses températures voir *Henning* et *Heuse* (Zeitschrift für Physik. 23, p. 105, 1924. — Détermination des températures d'ébullition de l'azote, de l'oxygène et de l'hydrogène au moyen du thermomètre à hélium).

pérature (1). Pour des mesures de précision cet instrument d'interpolation ne permet pas de dépasser 500° C. : bien qu'il reste en complet accord avec le thermomètre à gaz jusqu'à 1100° C., on a renoncé à s'en servir de façon courante jusqu'à cette température, l'altération du platine risque en effet d'amener des variations notables de la résistance. En revanche il peut servir jusqu'aux plus basses températures. L'expérience a montré que, dans un très grand intervalle de températures, la résistance R d'un tel thermomètre peut être représentée en fonction de la température t (fournie par le thermomètre à gaz) au moyen d'une formule à quatre termes).

Toutefois, si l'on veut tirer tout le parti possible de cet appareil qui permet des mesures avec une précision du centième de degré, il est préférable d'adopter deux formules d'interpolation, l'une pour l'intervalle 0°-450° C., l'autre pour les températures qui vont de 0° C au zéro absolu (2).

Entre 0 et +450° l'échelle pratique adoptée est définie au moyen de la formule à trois termes :

$$R_t = R_0 (1 + a_1 t - b_1 t^2)$$ (Callendar et Griffiths)

Les points fixes adoptés pour la graduation sont respectivement : point de fusion de la glace (0°00), point d'ébullition de l'eau sous la pression normale (100°00) (3), point d'ébullition du soufre sous la pression normale (444°55) (4).

Henning et Heuse (5) ont comparé le thermomètre à hélium avec le thermomètre à résistance de platine au-dessous de 0°. Pour représenter la résistance jusqu'aux très basses températures, ils ont été conduits à adopter une formule à quatre termes (le terme en t^3 fait défaut) :

$$R_t = R_0 (1 + a_2 t + b_2 t^2 + c_2 t^4)$$

qui s'accorde très bien avec les mesures. Les points fixes à adopter pour la graduation dans ce domaine sont les suivants : fusion de la glace (0°00), solidification du mercure (—38°87), sublimation de la neige carbonique (—78°50) (6) et point d'ébullition de l'oxygène (—183°00) (1). La formule à quatre termes ci-dessus permet l'extrapolation aux très basses températures, jusqu'au voisinage du zéro absolu.

Couple thermoélectrique. — Interpolation dans l'intervalle +450° C., +1100° C. — Pour effectuer les interpolations dans le domaine de températures qui va de 450° C. à 1100° C., on

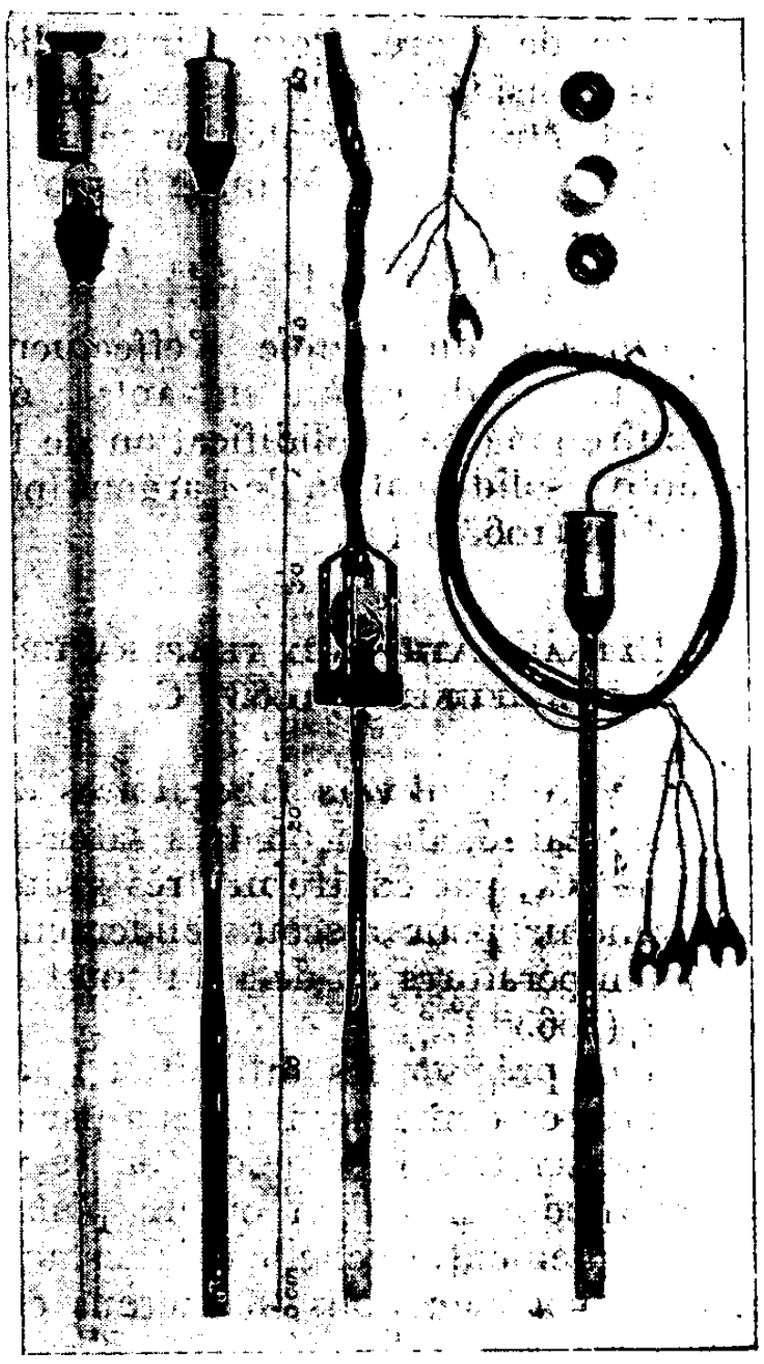


Fig. 66. — Modèles divers de thermomètres à résistance.

a définitivement adopté le couple thermoélectrique Le Chatelier (platine, platine rhodié à 10 0/0) (2). Si l'une des soudures du couple est

(1) Pour la réalisation d'un tel thermomètre et son emploi voir *Sligh.* Bureau of Standards. Bulletin, *17*, p. 49, 1921 (récentes modifications dans la construction des thermomètres à résistance de platine). *Burgess* et *Le Chatelier.* The measurement of high températures, p. 194.

(2) HENNING. Zeitschrift für Instrumentenkunde, *44*, p. 349, 1924.

(3) Correction de pression extérieure : $t = 100°00 + 0{,}0367\ (p-760) - 0{,}000023\ (p-760)^2$.

(4) Correction de pression extérieure : $t = 444°55 + 0{,}0909\ (p-760) - 0{,}000048\ (p-760)^2$. On peut encore utiliser pour ce troisième point fixe la température de solidification du zinc (419°4).

(5) HENNING et HEUSE. *Zeitsch. für Physik.*, *23*, p. 95. 1924. (Comparaison du thermomètre à hélium avec le thermomètre à résistance de platine).

(6) Correction de pression extérieure : $t = 78°50 + 0{,}01595\ (p-760 - 0{,}000011\ (p-760)^2$.

(1) Correction de pression extérieure : $t = -183°00 + 0{,}0126\ (p-760) - 0{,}0000065\ (p-760)^2$.

(2) L'altération du platine au-dessus de 500°C est beaucoup moins gênante que dans le cas du thermomètre à résistance.

Quand la détermination des points fixes aux températures élevées aura conduit à des valeurs sûres, quand, par ailleurs, la technique de réalisation de fils de tungstène et de molybdène très purs, sans couples parasites, aura progressé, il n'est pas impossible que l'on soit conduit à utiliser, du moins dans certaines régions de l'échelle des températures, des couples tungstène molybdène. De tels couples présentent toutefois l'inconvénient de nécessiter une atmosphère inerte (azote, argon, hydrogène) ou le vide; aucune mesure de précision ne semble avoir été entreprise jusqu'ici avec de tels couples; la préférence, dans ce domaine paraît devoir revenir au pyromètre optique monochromatique, d'emploi beaucoup plus commode.

plongée dans la glace fondante et si l'autre soudure est portée à la température t, il s'établit aux deux extrémités du couple une force électromotrice qui, dans le cas du couple platine, platine rhodié à 10 %, atteint 10 millivolts environ pour 1000° C. et 18 millivolts au voisinage de 1700° C. Cette force électromotrice peut être mesurée avec une grande précision, par une méthode potentiométrique à moins de 1 microvolt près, c'est-à-dire avec une incertitude inférieure à 1/10 de degré. Pour l'intervalle que nous avons considéré, cette force électromotrice e peut être représentée, avec une très grande précision, par une formule à quatre termes (1) :

$$e = a_3 + b_3 t + c_3 t^2 + d_3 t^3$$

La graduation du couple s'effectuera au moyen des points de repère suivants : ébullition du soufre (444°55), solidification de l'antimoine (630°9), solidification de l'argent (960°5), fusion de l'or (1063°) (2).

III. — Extrapolation aux températures supérieures a 1063° C.

L'accord entre les divers laboratoires de pyrométrie est réalisé, de façon très satisfaisante jusqu'à 1100° C., par contre un très grand pas reste à franchir pour asseoir solidement une échelle de températures au-delà du point de fusion de l'or (1063° C.).

Pour mieux préciser les difficultés que l'on rencontre dans ce domaine, il nous a paru intéressant de passer très rapidement en revue les diverses méthodes mises en œuvre pour prolonger, pratiquement, l'échelle du thermomètre normal à hydrogène ; nous insisterons ensuite plus spécialement sur la méthode optique que l'on a été conduit à adopter.

Thermomètre à azote. — Pour les mesures aux températures élevées, le thermomètre à gaz normal a dû être notablement modifié (fig. 67). Le réservoir, pour supporter des températures qui ont atteint 1600° C. a été choisi en platine rhodié (20 o/o de rhodium). L'hydrogène, qui présente l'inconvénient de traverser facilement les enveloppes de platine à haute température, a été remplacé par l'azote. Nous renverrons au mémoire de Day et Sosman pour tous les détails de mesures.

Malgré tout le soin apporté par les auteurs dans de telles mesures, il a été reconnu dans la suite que le nombre obtenu par eux, pour le point de fusion du palladium (1549° ± 2° C.) ne coïncide pas avec la valeur fournie par les lois du rayonnement.

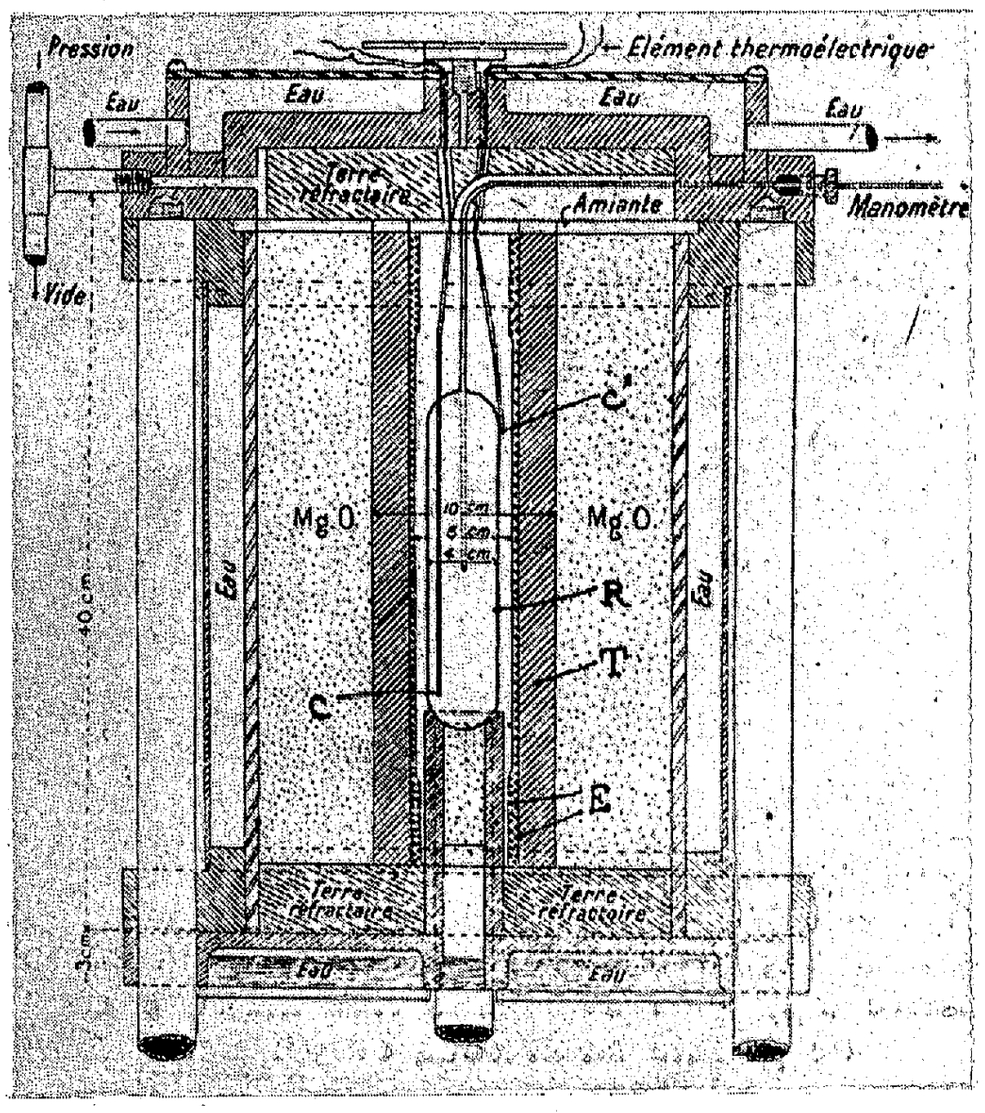


Fig. 67. — Thermomètre à azote pour hautes températures et four électrique à enroulement intérieur de platine (Day et Sosman). — (R, réservoir thermométrique en platine rhodié; T, tube réfractaire ; E, enroulement de platine ; C, C' couples thermoélectriques destinés à repérer la température).

Ajoutons d'ailleurs que la nécessité d'enfermer le gaz dans un récipient thermométrique limite beaucoup la zone d'utilisation de la méthode (1).

Couple thermoélectrique. — Dès 1907, dans un très important travail sur les points de fusion du palladium et du platine, Waidner et Burgess (2) ont été amenés à utiliser le couple platine-platine rhodié comme moyen d'extrapolation au-delà des températures fournies par

(1) Dans la pratique courante on peut se contenter d'une formule à trois termes (voir tableau 2); on supprimera alors l'étalonnage au point de fusion de l'argent.

(2) Pour l'or qui ne s'oxyde pas à l'air on pourra utiliser la méthode du fil (fil de 1 cm. environ intercalé entre les extrémités du couple); l'antimoine sera fondu dans un creuset de graphite recouvert d'un couvercle de graphite laissant passer le tube de protection du couple (l'attention devra être portée sur le fait que l'antimoine présente de très notables surfusions au refroidissement); l'argent qui dissout facilement l'oxygène de l'air sera fondu dans un creuset de porcelaine et recouvert d'une couche de NaCl fondu.

(1) Quand la technique de réalisation d'objets en molybdène et tungstène se sera perfectionnée il n'est pas impossible que l'on soit conduit à reprendre les mesures au thermomètre à gaz avec des récipients faits de l'un de ces métaux; la chose semble toutefois assez peu probable.

(2) Waidner et Burgess, Bur. Stand. Bull. 3, p. 163. 1907.

le thermomètre à hydrogène. Les résultats obtenus pour le point de fusion du palladium diffèrent suivant la formule d'extrapolation utilisée ; alors que les deux formules :

$$e = a + bt + ct^2 \text{ [1] et } e = mt^n$$

sont d'accord jusqu'à 1200° C. (à 2° près), leur extrapolation à partir de cette température fournit des valeurs qui diffèrent entre elles de plus de 15°.

Il nous semble également intéressant de rappeler rapidement les résultats obtenus quelques années plus tard par Day et Sosman dans la comparaison du couple thermoélectrique avec le thermomètre à azote. Si l'on se borne à l'intervalle de températures 300°-1100° C., la force électromotrice e du couple platine, platine rhodié, peut être représentée avec une précision satisfaisante par une formule à trois termes, comme le montre le tableau 2 emprunté au mémoire de Day et Sosman déjà signalé.

Tableau 2

Comparaison d'un couple platine-platine rhodié à 10 o/o, *avec le thermomètre à azote, entre* 300° *et* 1100° C.

Formule d'interpolation admise
$e = -308 + 8,2294\,t + 0,001649\,t^2$

Températures (°C) fournies par le thermomètre à Azote	e *observée* en microvolts	e *calculée* en microvolts	e *calculée* − e *observée* : en microvolts	e *calculée* − e *observée* : en (degrés)
305°,9	2365	2364	+1	+0,1
320°,8	2502	2502	0	0,0
419°,3	3429	3432	−3	−0,3
629°,8	5530	5529	+1	+0,1
960°,0	9113	9112	+1	+0,1
1062°,4	10295	10296	−1	−0,1
1082°,6	10534	10534	−0	0,0

Si l'on cherche à extrapoler la formule ci-dessus jusqu'aux températures limites fournies par le thermomètre à gaz (1550° C. environ) l'accord entre la formule et les mesures cesse d'être satisfaisant. L'application de la formule [1] conduirait au voisinage de 1550° C. à une température inférieure de 20° à celle fournie par le thermomètre à gaz (16.391 microvolts calculés au lieu de 16.143 microvolts mesurés).

Waidner et Burgess ont en outre dans leur travail, déjà cité, comparé l'extrapolation fournie par le couple thermoélectrique (platine-platine rhodié), avec celle que donnent les lois du rayonnement ; le rapprochement est indiqué dans le tableau 3 (1).

Tableau 3

Comparaison entre l'extrapolation fournie au-dessus de 1200° C. *par le couple platine-platine rhodié à* 10 o/o *et l'extrapolation fournie par la formule de Wien* ($C_2 = 14.330$).

	à 1200° C	à 1300° C	à 1400° C	à 1500 C	à 1600 C	à 1700° C
Différence entre l'échelle optique et l'échelle thermoélectrique.. ..	0	+3°	+9°	+18°	+31	+51°

Il existe, on le voit, un écart très notable entre l'échelle thermoélectrique et l'échelle optique. Les températures extrapolées par le couple se montrent systématiquement moins élevées que celles fournies par les mesures optiques ; l'écart est bien d'ailleurs dans le même sens que celui fourni par la comparaison avec le thermomètre à azote. On est conduit à rejeter le couple thermoélectrique comme instrument d'extrapolation

Extrapolation aux températures élevées au moyen des lois du rayonnement du corps noir.

Une enceinte noire à température uniforme dont le rayonnement est, on le sait, indépendant de la nature des corps placés à son intérieur, va nous permettre, grâce aux lois du rayonnement, d'extrapoler de façon pratique l'échelle thermodynamique jusqu'aux températures les plus élevées.

Pour bien faire comprendre comment s'est faite l'évolution des idées sur cette question, nous avons cru intéressant d'en retracer rapidement l'historique.

Période de 1879 *à* 1910. — En même temps que se poursuivaient les mesures au thermomètre à gaz, les lois de l'émission du corps noir (loi de Stéfan, 1879 ; loi de Wien, 1893 ; loi de Planck, 1900) étaient l'objet de très nombreuses vérifications expérimentales. Ces vérifications, d'abord limitées aux températures peu élevées, ont été progressivement étendues à tout le domaine de l'infra-rouge et à toute l'échelle des températures jusqu'à 2.000° C. Ce contrôle des lois du rayonnement s'est fait de façon satisfaisante, soit que les auteurs aient cherché

(1) Dans la mémoire de Waidner et Burgess les températures de l'échelle optique sont rapportées à la valeur $C_2 = 14500$ de la constante de Planck ; nous les avons calculées à partir de la valeur 14330, actuellement la plus probable.

à vérifier les lois de Stefan et de Wien en admettant les températures, assez mal définies il est vrai, fournies par d'autres méthodes (thermomètre à gaz, couples thermoélectriques), soit que les chercheurs se soient bornés à contrôler l'accord entre les deux lois.

Période de 1910 à 1916. — En 1910, Warburg et ses collaborateurs, au début de leurs mesures de la constante C_2 de la loi de Planck (1) entreprises à la Physikalisch-Technische Reichsanstalt avaient admis la température de fusion du palladium (1549° C.), trouvée depuis peu par Day et Sosman ; ils arrivèrent à des résultats dont l'accord avec les lois du rayonnement ne fut pas jugé satisfaisant. Ils furent amenés dès 1911 (2) à rejeter résolument les indications fournies par le thermomètre à gaz et à admettre la validité rigoureuse des lois du rayonnement du corps noir.

Bien que certains expérimentateurs aient continué à faire état, dans la suite, des résultats fournis par le thermomètre à gaz, la majeure partie des savants était dès lors acquise à l'idée que seules les lois de l'émission du corps noir pouvaient fournir une extrapolation précise aux températures élevées.

Passons rapidement en revue les principes des méthodes susceptibles de servir à cette *extrapolation optique*.

La formule de Planck se réduit pratiquement, dans le spectre visible et pour des températures ne dépassant pas 3000° C., à la formule plus simple de Wien :

$$b_{\lambda T} = C_1 \lambda^{-5} E^{-\frac{C_2}{T\lambda}}$$

$b_{\lambda T}$ représentant l'intensité du rayonnement *monochromatique* émis par le corps noir à la température absolue T et pour la longueur d'onde λ. Si l'on veut déduire, de la température connue T_1, la température plus élevée et inconnue T_2 on mesurera le rapport $\frac{b_2}{b_1}$ (3) des rayonnements monochromatiques émis par le corps noir aux températures T_2 et T_1 pour un λ donné du spectre visible ; la formule :

$$\frac{b_2}{b_1} = e^{\frac{C_2}{\lambda T_1} - \frac{C_2}{\lambda T_2}} \quad \text{ou} \quad \log \frac{b_2}{b_1} = \frac{C_2}{\lambda}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) \text{[2]}$$

permettra de déduire la valeur de T_2 de celle de T_1 ; seule la constante C_2 figure dans la formule finale. Pour que l'extrapolation se fasse avec précision il sera nécessaire de connaître avec exactitude la valeur de cette constante.

La loi de Stéfan-Boltzmann fournit, on le sait, l'expression de *l'énergie totale* R rayonnée par le corps noir dont la température absolue est T. Si T_0 est la température absolue du corps vers lequel rayonne le corps noir on a :

$$R = \sigma (T^4 - T_0^4)$$

En pratique, T_0^4 est négligeable devant T^4 et l'on peut écrire :

$$R = \sigma T^4$$

Si l'on veut passer par extrapolation d'une température connue T_1 à une température T_2 on mesurera le rapport $\frac{R_2}{R_1}$ des énergies totales émises par le corps noir aux températures T_2 et T_1 et la formule :

$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4$$

permettra de calculer T_2 à partir de T_1. Cette méthode, on le voit, ne fait intervenir que des mesures relatives et ne nécessite pas la connaissance de la constante σ.

Il semble, à priori, que cette seconde méthode, qui ne suppose la connaissance d'aucune constante du rayonnement, doive être préférée à la première. L'expérience a montré qu'il n'en est rien. Les raisons tiennent à ce que les mesures de rayonnement total sont entachées d'erreurs assez notables (absorption du rayonnement par les gaz interposés entre la source et le récepteur : CO_2, CO, vapeur d'eau (1), inégale absorption des radiations par le récepteur, etc.).

Les mesures de rayonnement monochromatique, faites dans le spectre visible au moyen du pyromètre optique monochromatique, comportent au contraire toute la précision des mesures photométriques et ce sont elles que l'on a convenu de choisir pour définir l'échelle optique aux températures élevées (formule 2).

Période postérieure à 1916. — En attendant que l'accord soit fait sur la valeur à attribuer à la constante C_2, la technique adoptée pour la détermination des points fixes (palladium, platine, tungstène) est la suivante : *partant du point de fusion de l'or* (1063° C.) *sur lequel il ne subsiste aucun doute, on mesure, pour une longueur d'onde très bien connue du spectre visible, le rapport des rayonnements monochromatiques du corps noir à la température de fusion de l'or et à la température de l'autre point fixe.* Cette dernière température se déduira ensuite de la valeur finale admise pour la constante C_2.

Valeur de la constante C_2 de la formule du rayonnement. — Les quelques considérations

(1) Warburg et Leithauser. Sitz. Akad. Wiss. Berlin, *44*, p. 225, 1910. *Zts. f. Instr. 30*, p. 118, 1910.

(2) Warburg et Leithauser. *Zts. f. Instr.*, *31*, p. 124. 1911.

(3) On trouvera sur la figure 3 la reproduction d'un pyromètre appelé à servir à ces mesures ; le rapport b_2 b_1 est fourni par un secteur tournant associé à l'appareil.

(1) Pour une colonne d'air atmosphérique ordinaire (tension de vapeur d'eau 10 mm.) de longueur 50 centimètres le facteur d'absorption est d'environ 2,5 pour cent.

qui précèdent suffisent à montrer le rôle fondamental que joue la constante C_2 de la formule de Planck dans le problème de l'extrapolation aux températures élevées.

Malheureusement, les mesures de cette constante, entreprises depuis plus de 20 ans, n'ont pas conduit à un accord pleinement satisfaisant (1). A la suite des mesures effectuées en Allemagne par Warburg et ses collaborateurs, la Physikalisch-Technische Reichsanstalt a été conduite à adopter en 1916 la valeur $C_2 = 14.300$ μ degré (2). Le Bureau of Standards en Amérique, à la suite des mesures de Coblentz a été amené à adopter depuis 1923 la valeur $C_2 = 14330$ (3). Il semble bien qu'étant donnée la précision actuelle dans les mesures de C_2 il n'y ait aucune raison de choisir l'une ou l'autre de ces valeurs. L'incertitude reste assez notable, elle entraîne une différence de 1,5 degré environ, au voisinage du point de fusion du palladium de 3 degrés environ, au voisinage du point de fusion du platine, et de 15 degrés au voisinage du point de fusion du tungstène.

Il convient d'ailleurs d'ajouter que la constante h, qui figure dans la valeur théorique de C_2 fournie par la théorie de Planck.

$C_2 = \frac{Nhc}{R}$ (N, nombre d'Avogadro, R, constante des gaz parfaits, c, vitesse de la lumière dans le vide), peut être déterminée en faisant appel à d'autres phénomènes (rayons X, effet photoélectrique, potentiels d'ionisation). Si nous admettons avec Birge (4) la valeur moyenne : $h = 6{,}554.10^{-27}$, $(R/N = 1{,}372.10^{-16})$, il vient $C_2 = 14325$ μ/degré.

Cette valeur est en bon accord avec les valeurs indiquées plus haut ; il semble bien, toutefois, qu'étant donnée l'incertitude qui subsiste sur h, le nombre ainsi calculé ne permette pas de fixer de façon précise jusqu'à nouvel ordre la valeur à adopter pour C_2.

Points fixes aux températures élevées (*Pd*, *Pt*, *Tu*). — Etant donné le très grand intérêt que présente la connaissance de points fixes dans la zone des températures élevées, il nous a paru utile de résumer ici les données actuelles sur la question.

En ce qui concerne le point de fusion du palladium les nombreuses mesures optiques effectuées jusqu'ici, par la méthode du fil et par la méthode du bain de métal, ont conduit à un accord assez satisfaisant (1557°C ± 2°) (1), on peut dire que les écarts dans les mesures sont de l'ordre de l'incertitude qui résulte de la connaissance imparfaite de la constante C_2.

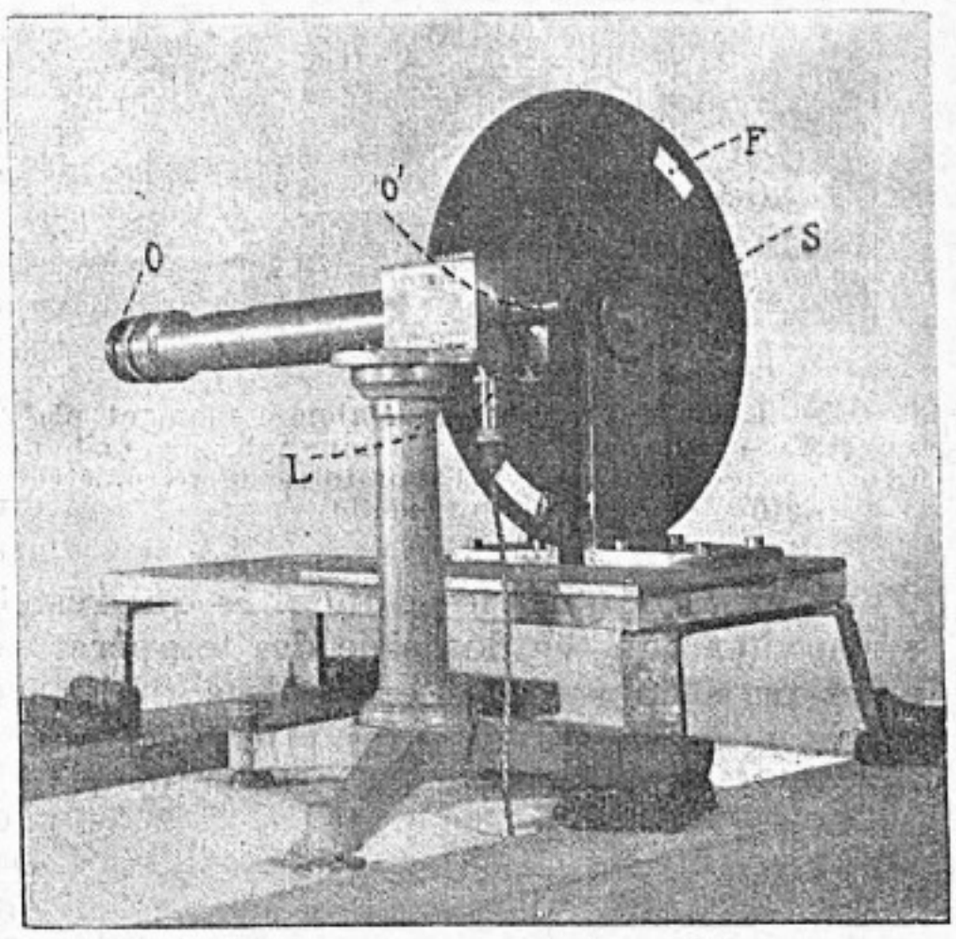


Fig. 68. — Pyromètre optique à disparition de filament associé à un secteur tournant (Laboratoire de pyrométrie de la Fondation Edmond de Rothschild). — (O, objectif ; L, lampe de comparaison ; O', oculaire ; S, secteur tournant disposé en avant du filament de la lampe de comparaison ; F, fente du secteur.

Sur le point de fusion du platine, de notables divergences subsistent encore : le Bureau of Standards a cru pouvoir adopter, depuis quelques années la valeur 1755° C. (2), par contre, des mesures extrêmement soignées effectuées récemment à la Reichsanstalt (3) ont conduit à la valeur 1771° C. ± 2°. De nouvelles mesures s'imposent ; la valeur actuelle la plus probable

(1) De telles mesures sont basées sur l'étude spectrobolométrique de la répartition spectrale du rayonnement du corps noir ; elles ne peuvent être entreprises que dans des laboratoires spécialement outillés. Elles nécessitent la connaissance très précise des indices de réfraction, en fonction de la longueur d'onde, de la substance (fluorine, quartz) qui constitue la prisme de l'appareil spectral. Il y a lieu également de faire des corrections importantes qui tiennent, les unes au rayonnement réfléchi par le prisme, les autres à l'absorption inégale des radiations par la substance du prisme ; il convient également de tenir compte de l'inégal pouvoir absorbant du bolomètre pour les diverses longueurs d'onde, et, enfin, de l'absorption par l'air atmosphérique.

(2) Warburg. *Verh. Deutsch. phys. Gesell.*, *18*, p. 1. 1916 ; *Ann. der Phys. 48*, p. 1034, 1915 ; *Zts. f. Instr.*, *36*, p. 20, 1916.

(3) *Astroph. Journal*, *58*, p. 207, 1923 et *61*, p. 147, 1925. — Le National Physical Laboratory, en Angleterre, semble continuer à utiliser l'ancienne valeur 14350 admise par le Bureau of Standards.

(4) Birge. *Phys. Review.*, *14*, p. 361, 1919 (valeur la plus probable de la constante *h*).

(1) Valeur rapportée à $C_2 = 14300$; pour $C_2 = 14330$ on trouverait : 1555°C ± 2°.

(2) Valeur adoptée dans les tables critiques internationales de constantes.

(3) Hoffmann. *Zeits. f. Physik* ., 27, p. 285, 1924.

(1765°, reste entachée d'une erreur qui peut atteindre 8 degrés.

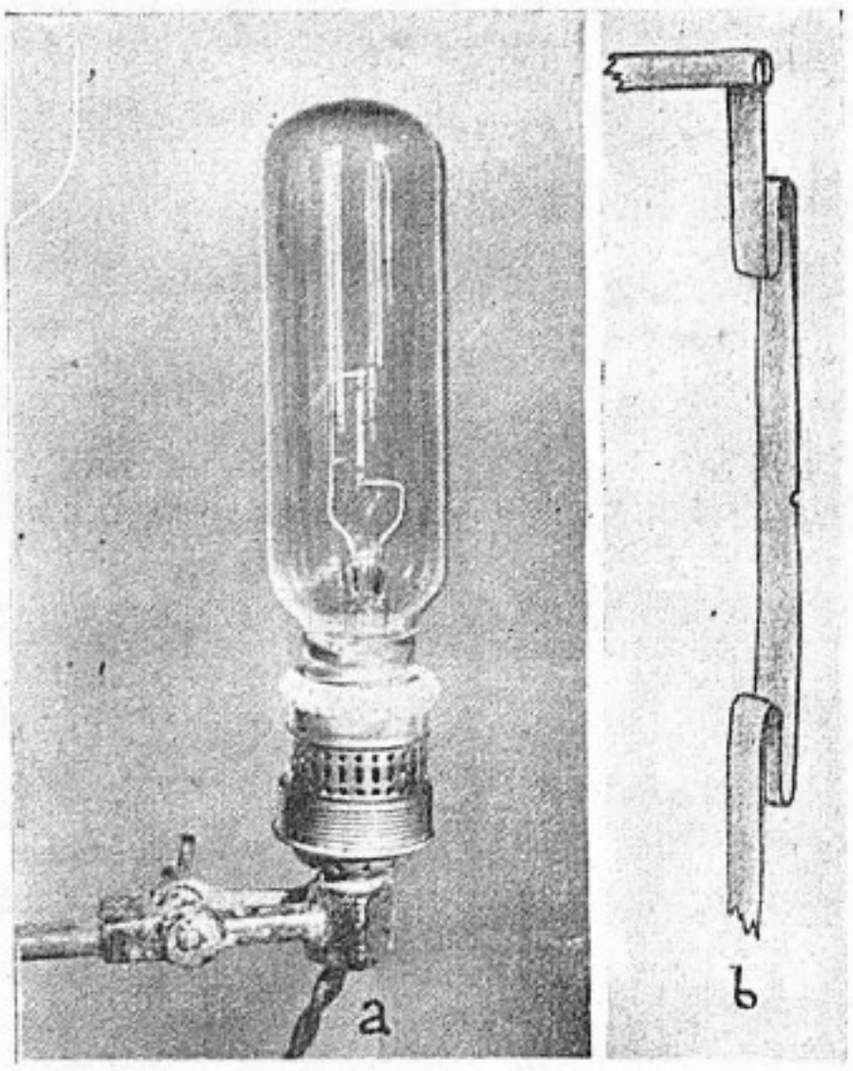


Fig. 69. — Lampe pyrométrique étalon à filament plat de tungstène (a, ensemble de la lampe ; b, disposition du filament avec cran repère) (Laboratoire de pyrométrie de la Fondation Edmond de Rothschild).

Pour bien montrer les difficultés qui restent à surmonter dans ce domaine des températures élevées nous nous contenterons de signaler que les très nombreuses mesures effectuées sur le point de fusion du tungstène (le plus réfractaire de tous les métaux) laissent subsister une incertitude peut-être supérieure à 30° (3380° C. ±30°).

Etalons pyrométriques pour les températures élevées. — Interpolation au moyen du pyromètre optique monochromatique. — De grandes difficultés se présentent en pratique dans l'extrapolation aux températures élevées au moyen de la loi de Wien ; la réalisation d'un corps noir au point de fusion du palladium, susceptible de servir à l'étalonnage d'un pyromètre optique, demande, elle aussi, à être entreprise dans un laboratoire spécialement outillé.

On a cherché à tourner la difficulté en réalisant des étalons pyrométriques secondaires (1) aisément transportables et susceptibles de reproduire avec précision un certain nombre de températures repères. Une lampe à filament plat de tungstène (1 à 3 mm. de largeur) (fig. 69), soigneusement construite et vieillie, alimentée dans des conditions toujours identiques (2), fournit une température constante à 1 degré près (3) jusqu'à des températures qui dépassent 2.000° C. Une étude de l'influence des variations de la température extérieure sur la température du filament d'une telle lampe a montré en outre que, à condition de prendre des filaments de section suffisamment faible, comportant dans

(1) La méthode est tout à fait analogue à celle qui consiste, en photométrie, à transporter d'un laboratoire à l'autre, des étalons secondaires d'intensité lumineuse (lampes étalons à filament de carbone).

(2) Courant mesuré au potentiomètre.

(3) Forsythe. *Astroph. Journ.*, *58*, p. 294, 1923. — Ribaud. Soc. Franç. de Physique, Strasbourg, 1925.

Tableau 4

Températures centigrades des points fixes repères et domaines d'utilisation des divers instruments de mesures des températures.

H^2 (ébull.)	N^2 (ébull.)	O^2 (ébull.)	CO^2 (sublim.)	Hg (solid.)	H^2O (fusion)	H^2O (ébull.)	Cd (solid.)	Zn (solid.)	S (ébull.)	Sb (solid.)	Ag (solid.)	Au (fusion)	Pd (fusion)	Pt (fusion)
−252,78 ± 0,02	−195,81 ± 0,02	−183,00 ± 0,02	−78,50 ± 0,01	−38,87 ± 0,01	0,000	100,000	320,9 ± 0,05	419,4 ± 0,05	444,55 ± 0,05	630,0 ± 0,1	960,5 ± 0,3	1063 ± 0,5	1557 ± 2	1765 ± 8

Résistance du platine $R = R_0(1 + at + bt^2 + ct^3)$

Couple Pt — Pt.Rh $e = a_2 + b_2t + c_2t^2 + d_2t^3$

Résistance du platine $R = R_0(1 + a_1t - b_1t^2)$

Loi de Wien $C_2 = 14330 \pm 30$

* Pour les formules de correction de pression, voir dans le texte.

leur région centrale une zone de température bien uniforme, les variations ordinaires de température extérieure n'entraînent pas d'incertitudes supérieures à 1 degré (1).

Au moyen de telles lampes, préalablement étalonnées dans un laboratoire de pyrométrie (2), on peut graduer, avec beaucoup de précision, un pyromètre optique monochromatique. L'interpolation entre les points fournis par la lampe étalon s'effectuera au moyen d'une formule parabolique d'interpolation (3).

Pour résumer ce qui précède, nous donnons dans le tableau 4 les domaines d'utilisation des divers instruments de mesures, les points fixes servant à leur étalonnage et quelques températures repères intéressantes.

G. Ribaud,
Professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg.

(1) Ribaud. *Comptes Rendus*, 182, p. 625, 1926. — *Soc. Franç. de Physique*, Strasbourg, 1926.

(2) Nous croyons devoir signaler qu'il a été organisé, à l'Institut de Physique de la Faculté des Sciences de Strasbourg, sous les auspices de la Fondation Edmond de Rothschild, un laboratoire de pyrométrie, en mesure d'adresser, dès maintenant, aux laboratoires intéressés, des lampes pyrométriques étalonnées pour divers courants et susceptibles de servir comme étalons pyrométriques.

(3) Dans le pyromètre à filament disparaissant, le plus commode st le plus précis (fig. 68), on fait former l'image de la source à mesurer sur le filament d'une petite lampe de comparaison et on détermine, pour cette lampe, la valeur du courant i pour lequel le filament semble disparaître sur le fond lumineux de la source (température apparente *t*). L'interpolation entre les températures fournies par la source étalon s'effectue au moyen d'une formule à trois termes : $i = a + bt + ct^2$.

L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE EN FRANCE (1)

Enoncer cette vérité naguère méconnue, aujourd'hui proclamée par tous les hommes instruits, que l'avenir de l'agriculture repose sur la science, c'est avancer aussi qu'il repose sur l'Ecole. N'est-ce pas elle, qui, le plus souvent, fait avancer la Science ? C'est elle, dans tous les cas, qui la diffuse. La science, à son tour, la marque de son empreinte, en sorte que le développement de l'une et de l'autre sont étroitement unis et, qu'en particulier, l'évolution de l'enseignement agricole suit celle de la culture scientifique.

Si c'est un arbre superbe, chargé de rameaux et de fruits qui le représente aujourd'hui, sa végétation luxuriante ne date que d'un petit nombre d'années.

Mais ses racines plongent dans un passé millénaire. Les écrits des agronomes latins constituaient bien, en effet, un véritable enseignement embryonnaire. Toutefois, ils ne consignaient que l'expérience des temps passés. Et lorsqu'après la longue nuit du Moyen-Age, l'agriculteur ouvrit l'ouvrage merveilleux d'Olivier de Serres, il y retrouva, surtout, le savoir des Varron, des Columelle et des Palladius, débarrassé de beaucoup d'erreurs, accru par les observations recueillies dans les monastères, enrichi par la connaissance des animaux et des plantes qu'avait rapporté les voyages et les expéditions lointaines. Cette documentation, si abondante qu'elle fût, ne pouvait encore donner

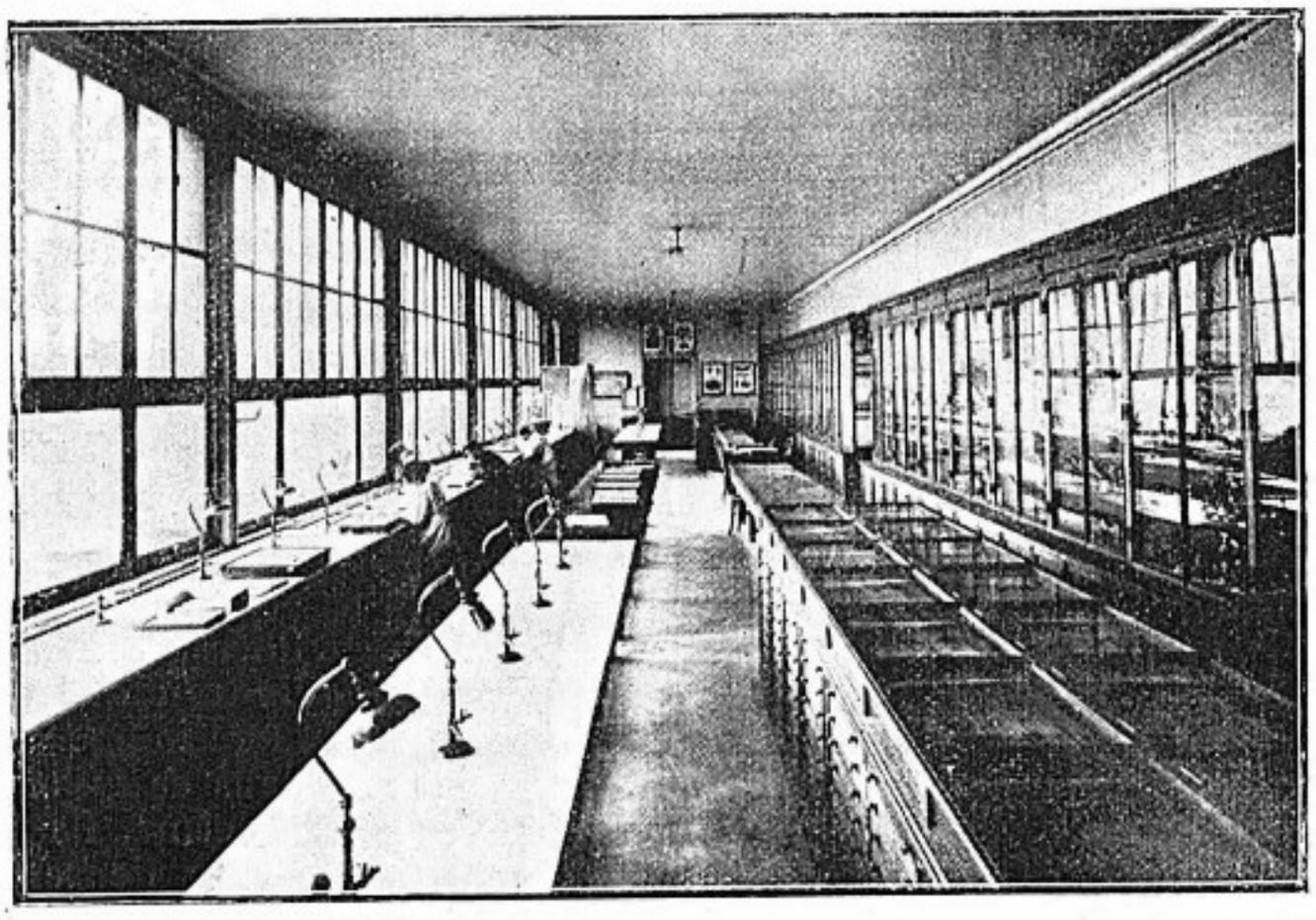


Fig. 70. — Institut National Agronomique. — La salle des travaux pratiques et des collections du Laboratoire de zoologie.

(1) Extrait du discours prononcé par M. Georges Wery, Président de l'Académie d'Agriculture, à la séance solennelle tenue le 23 mars 1927.

lieu à un enseignement rationnel. Celui-ci dépend de la connaissance des causes et de leur critique. Or, les sciences de la nature qui gouvernent la production du sol n'étaient pas nées. D'école d'agriculture digne de ce nom, il ne pouvait être question. Cette situation devait se prolonger pendant près de deux cents ans ; elle rendit vains les essais que tenta la fin du XVII[e] siècle.

Comme les lois, les institutions qui répondent à des besoins réels ne naissent pas spontanément. Elles ne viennent à la lumière qu'après le long labeur du temps et lorsque les conditions de l'époque s'y prêtent.

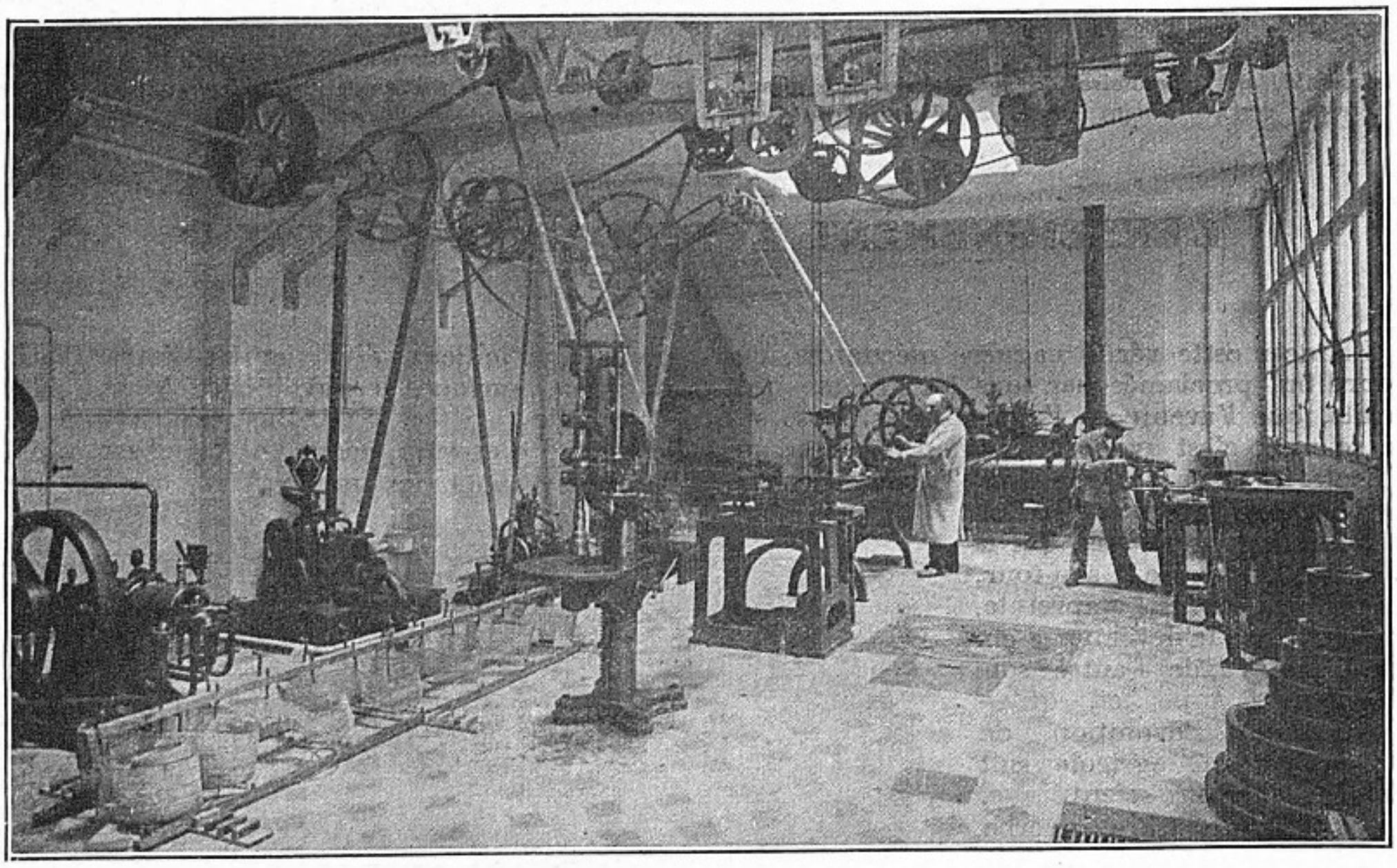


Fig. 71. — Institut National Agronomique. — Travaux pratiques.

Ce ne fut qu'au commencement du XIX[e] siècle, de 1823 à 1830, après l'éclosion des principes fondamentaux des sciences biologiques, que naquirent, puis, prospérèrent les premiers établissements d'enseignement agricole, ceux de Roville, de Grignon et de Grandjouan.

Les données scientifiques qui régissent l'agriculture sortaient à peine d'une enfance difficile. Aussi, les esprits les plus avancés n'imaginaient pas qu'une Ecole où devaient s'instruire de futurs cultivateurs fût installée ailleurs qu'au milieu d'un domaine. Il s'agissait bien plus, en effet, d'enseigner les pratiques fixées peu à peu par la sagesse des hommes de la terre que des théories encore incertaines. Au fur et à mesure que celles-ci progressèrent, elles expliquèrent les raisons qui légitimaient les vieilles méthodes, et, même ne tardèrent pas à les améliorer. On finit par sentir la nécessité de les enseigner dans leur plénitude et, pour atteindre ce but, de ne pas s'éloigner des foyers scientifiques. L'Ecole tendit à se rapprocher de la Cité.

Lorsque les législateurs de la II[e] République organisèrent l'Enseignement de l'Agriculture, en créant le premier Institut Agronomique, ils voulurent mettre sur pied une Ecole Supérieure où seraient professées les Sciences dans leurs rapports avec la culture du sol. Ce furent des précurseurs. Mais incomplètement libérés des idées qui avaient régné jusque-là, ils n'admirent pas qu'une telle institution, alors même qu'elle devait enseigner la Science dans ce qu'elle a de plus élevé, fût séparée de la ferme. Ils ne voulurent pas, en un mot, dissocier l'enseignement de la théorie et de la pratique. On acceptait, sans difficulté, que de grandes Ecoles industrielles, l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures créée en 1829, l'Ecole nationale des Mines qui remonte à 1778 fussent installées à Paris, loin de l'usine où de la mine, mais on se refusait à éloigner de la campagne une Ecole d'agriculture à quelque degré qu'elle appartînt.

La loi de 1848 établit donc le premier Institut

Agronomique à Versailles, à côté d'un domaine de 1.500 hectares. Ce fut une faute. Il était à proximité de Paris, mais trop loin pour que son personnel enseignant pût remplir sa mission sans perdre de temps et se recruter aussi haut qu'il le fallait. Enfin, on plaçait tout près de l'Ecole de Grignon, déjà parvenue à un remarquable degré de prospérité, un établissement analogue, au moins quant à l'organisation matérielle. A une époque où l'opinion publique était encore incapable de différencier les modalités de l'enseignement technique, où, même la plupart des hommes cultivés les ignoraient, on juxtaposait pour ainsi dire deux institutions que l'on pouvait confondre et qui semblaient se faire concurrence. Sans doute, cette fâcheuse conception ne fut pas étrangère à la suppression de l'Institut. Il ne devait renaître qu'environ vingt-cinq ans après, en 1876. La situation était alors tout autre. Les sciences avaient réalisé d'immenses progrès. Citer les découvertes qui émerveillaient déjà le monde serait évoquer le souvenir de beaucoup des savants illustres dont les noms couvrent les murs de notre Académie. L'agriculture reposait enfin sur des bases solides. Et même, le déterminisme connu de ses pratiques séculaires, l'élevait au rang de Science. Comme l'énonçait Boussingault en tête de son *Economie Rurale*, elle faisait partie de la Physique du globe. On devinait les bénéfices qu'elle retirerait de nouvelles recherches méthodiquement conduites. On comprenait, enfin, que son avenir dépendait surtout du patient labeur qui se poursuivrait dans les laboratoires et les champs d'expériences. Parmi les mémorables travaux qui étaient à l'ordre du jour, ceux de Pasteur jetaient une lumière éclatante sur cette voie nouvelle. Les yeux des moins clairvoyants s'ouvrirent lorsque l'illustre savant appliqua triomphalement sa doctrine à la fabrication du vin, de la bière, de l'alcool, à la sériciculture, à la guérison des maladies qui déciment les troupeaux.

Bientôt ses disciples mettaient en évidence l'action des infiniments petits sur la fertilité des terres et l'assimilation des engrais. Ces découvertes devaient exercer une action décisive sur l'art agricole. Et où avaient-elles pris naissance ? dans un petit laboratoire de la rue d'Ulm, à Paris, mais c'était celui de l'Ecole Normale et c'était celui de Pasteur ! Jaillies de là, elles faisaient le tour du monde et pénétraient avec une force irrésistible à l'usine, à la ferme, à l'étable.

Elles persuadèrent, qu'à côté des établissements qui ont l'indispensable mission d'enseigner les connaissances théoriques les plus élevées avec la pratique la plus experte, doivent vivre des Institutions consacrées à la Science dans son acception la plus haute, orientée vers ses applications à l'agriculture.

Ces différentes Ecoles visent le même but. Mais pour l'atteindre, elles poursuivent deux routes distinctes. L'une parcourt le pays séduisant des réalités, aux chemins tracés à travers champs, où la nature semble prête, à chaque pas, à se dévoiler, où toute idée nouvelle est immédiatement éprouvée, acceptée ou rejetée. L'autre, plus austère, avant de s'élancer au dehors, se confine plus ou moins longtemps au laboratoire. C'est là que la spéculation intellectuelle commence sa gestation. Et ce n'est guère qu'après ce stage, où elle mûrit, qu'elle jette dans la terre voisine sa semence bonne ou stérile, pour l'éprouver.

Les réorganisateurs de l'Institut Agronomique, membres de l'Assemblée nationale, nos confrères, les Bouillé, les Dampierre, les Besnard ne s'y trompèrent pas. La loi du 9 août 1876, dont ils furent les promoteurs, rétablit l'Institut, et, cette fois, à Paris, au centre des études et des travaux scientifiques. Au lieu d'une grande exploitation, elle ne lui adjoignit qu'un champ d'expériences de quelques hectares, complément indispensable, mais suffisant, du laboratoire.

Le destin a ses voies cachées. Il semble parfois obéir aux lois d'une mystérieuse harmonie pour placer au bon moment, à côté des institutions, les hommes nécessaires à leur développement.

Il voulut qu'à l'époque où s'agitait, avec la réorganisation de l'Institut agronomique, celle de l'enseignement agricole, un agronome éminent fut là, notre très regretté confrère, Eugène Tisserand. Plein de foi dans la science, lié avec ses représentants les plus autorisés, il fut l'inspirateur et le guide des rédacteurs de la loi qui reconstitua l'Institut. Peu de temps après, le même dessein secret le désigna pour les importantes fonctions de Directeur de l'Agriculture. Là, de 1879 à 1896, il acheva l'œuvre qu'il avait commencée. Il prêta son concours aux différents ministres qui amenèrent l'enseignement agricole à un état de prospérité tel que si la récente loi de 1918 a pu perfectionner et compléter son organisation elle a dû respecter ses principales lignes.

Cependant, l'Institut agronomique grandit avec rapidité. De leur côté, les Ecoles nationales progressèrent de façon remarquable. Déjà celle de Grignon avait acquis une réputation qui s'étendait au loin. Elle l'accrût encore. Elle accentua son orientation vers la science. Elle forma une nouvelle lignée d'agriculteurs de premier ordre, de professeurs, de chercheurs. L'Ecole de Montpellier devint le foyer de la lutte triomphante contre le phylloxera. L'Ecole de Grandjouan languissait. Transportée aux portes de Rennes, en 1895, elle atteignit bientôt

un degré de prospérité que son isolement avait empêché.

Ce fut donc quelques années après 1870, lorsque la France, comme pour en appeler, de ses revers passagers, étonna le monde par sa production dans tous les domaines de la pensée, à partir de 1876 surtout, que commença pour l'Enseignement agricole une ère nouvelle.

Quelque passionné que fût Eugène Tisserand pour l'agriculture, quelque appui eût-il rencontré auprès des ministres qui se succédèrent rue de Varenne, son œuvre n'aurait pu aboutir sans l'aide de la Science. Il fut son serviteur inspiré. Le mouvement qu'il provoqua ne pouvait dépendre exclusivement d'une individua-

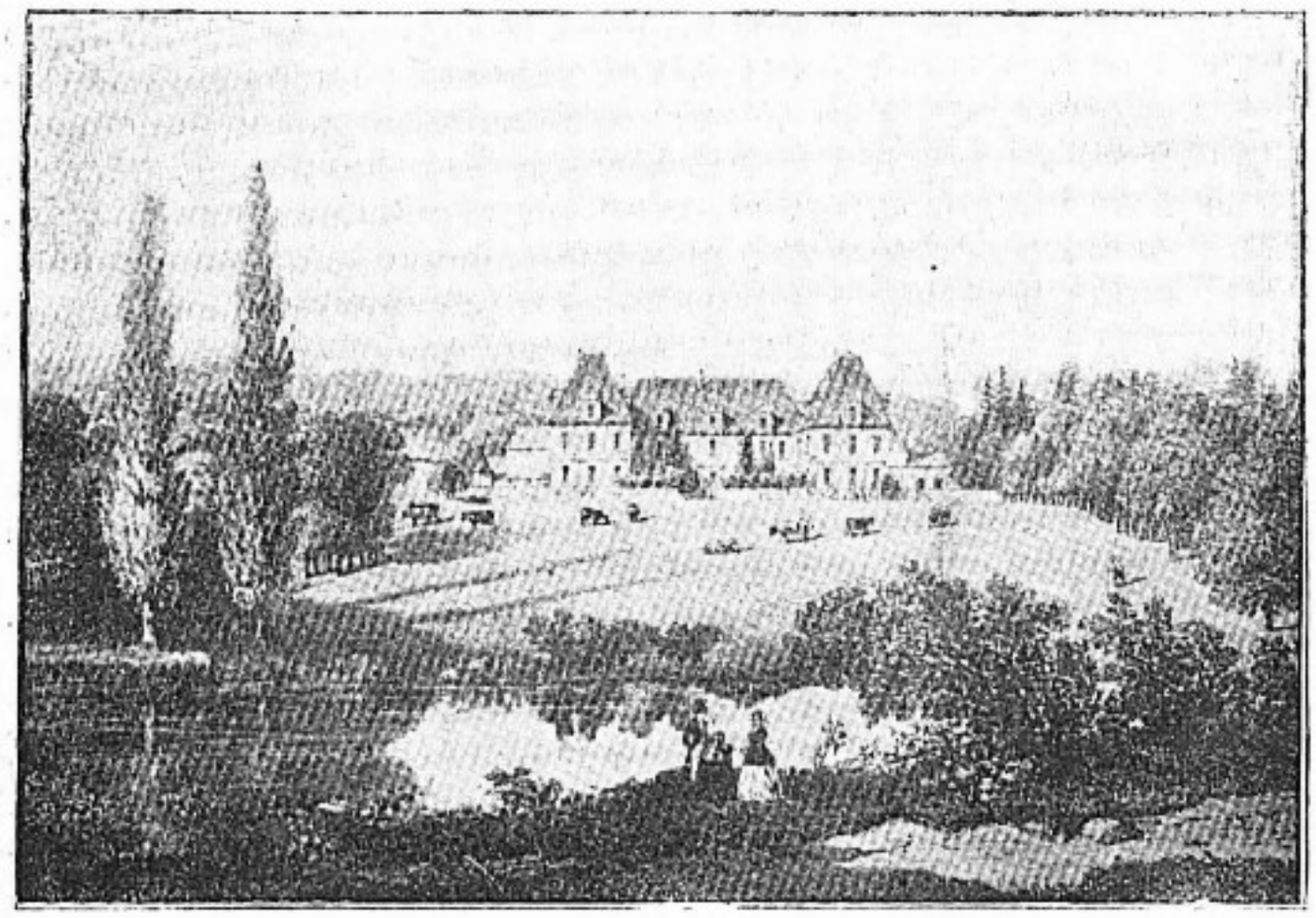


Fig. 72.
Ecole Nationale d'Agriculture de Grignon. — Le Château et l'étang vers 1860.

lité, si forte fût-elle. Sous ces successeurs, il s'accentua et son essor se développe toujours !

Le remarquable ouvrage que l'Association amicale des anciens élèves de l'Ecole de Grignon a publié l'an dernier, à l'occasion des fêtes du centenaire, permet de se rendre compte de cette évolution. Quelle était la situation de l'Enseignement agricole officiel avant 1876 ? Que représentait-elle ? Trois Ecoles nationales d'Agriculture, 53 Fermes-Ecoles, 4 Chaires de Chimie appliquée dans les Facultés des sciences, 10 professeurs d'agriculture dans les départements. Et c'était tout. Pas d'enseignement supérieur, aucune institution intermédiaire entre l'Ecole nationale destinée aux grands et moyens propriétaires, et la ferme-Ecole qui formait des ouvriers ruraux instruits, par conséquent rien pour les enfants de plusieurs millions de petits cultivateurs. L'enseignement départemental de l'agriculture n'existait réellement pas, ni l'Enseignement de l'horticulture, ni celui des industries agricoles, ni l'enseignement ménager.

Et où en sommes-nous aujourd'hui ?

La loi du 2 août 1918, nouvelle charte de l'Enseignement agricole, réglemente les institutions suivantes :

L'Institut national agronomique reconstitué, les trois Ecoles nationales d'Agriculture, l'Ecole nationale d'Horticulture, l'Ecole nationale des Industries agricoles et celle de l'Industrie laitière, 35 Ecoles d'Agriculture destinées aux fils de petits cultivateurs, six Ecoles spécialisées de laiterie, vannerie, osiériculture, etc... ; 35 Ecoles d'hiver fixes, 21 ambulantes pour les fils des cultivateurs qui ne peuvent pas se séparer de leurs enfants hors de la mauvaise saison ; l'enseignement agricole féminin complètement équipé avec l'admission des jeunes filles à l'Institut agronomique, avec son Ecole nationale d'agriculture de Coëtlogon, près de Rennes, et sa section normale supérieure pour former des professeurs, les 50 Ecoles ménagères fixes ou ambulantes ; puis l'enseignement départemental de l'agriculture avec ses 89 Directeurs de services agricoles et leurs 200 collaborateurs, enfin, un millier de cours post-scolaires.

Deux chiffres résument d'une manière frappante cette métamorphose.

En 1870, le nombre des jeunes gens qui fréquentaient les Ecoles d'agriculture avoisinait 600, en 1925, il atteignait 3.200.

Les Universités ne pouvaient pas rester en dehors de ce mouvement. Ne sont-elles pas le Centre des études scientifiques ? Dès 1855, une circulaire ministérielle cherchait à les y engager. Mais ce n'est qu'à partir de 1897 qu'elles généralisèrent les quelques Chaires de Sciences agronomiques déjà existantes et créèrent des certificats pour sanctionner leurs leçons : Chaires spéciales de Chimie, de Zoologie, de Géologie et de Botanique. Quelques Facultés, celles de Clermont-Ferrand, de Lyon, de Rennes, délivrent des diplômes d'études agronomiques supérieures. L'Université de Nancy et celle de Toulouse ont chacune leur Institut Agricole.

A la IIIe République revient l'honneur d'avoir donné à l'enseignement agricole public le magnifique développement dont nous avons essayé de donner une idée.

Mais, c'est l'initative privée qui a construit

son berceau avec les Dombasle, les Bella, les Rieffel. N'oublions pas qu'elle continue énergiquement son effort. L'Enseignement libre a ses écoles supérieures avec l'Institut de Beauvais, l'Ecole d'Angers, l'Institut de Purpan aux portes de Toulouse, celui d'Aix-en-Provence, ses écoles moyennes, et de nombreuses écoles primaires où une large part est faite à l'agriculture. Il n'a pas négligé l'enseignement féminin avec l'Ecole de Belleville et ses écoles ménagères fixes et ambulantes. Enfin, il a organisé un enseignement par correspondance qui rend des services.

L'amélioration de la production de notre sol offre un champ immense aux initiatives. Il faut se réjouir qu'elles s'y appliquent aussi nombreuses. Leur émulation sera toujours un bien pour le Pays, pourvu qu'elle s'exerce d'une manière rationnelle.

L'Enseignement de l'agriculture, au moins l'enseignement supérieur, ne peut se concevoir sans la recherche scientifique. Celle-ci, seule, la vivifie. Et de ce fait, un nombre important des travaux qui, dans ces dernières années, ont éclairé les praticiens sont sortis des grandes Ecole de France et de l'Etranger. Toutefois, l'agriculture, comme certaines industries, mais d'une façon plus systématisée et généralisée, a ses laboratoires, répartis dans les différentes régions et souvent tout à fait indépendants des établissements d'instruction. Considérables sont les services qu'ils ont rendus. L'enseignement agricole se nourrit de leurs travaux. Il doit rester en rapports étroits avec eux. Leur nombre a cru singulièrement depuis l'année 1833 où notre illustre confrère Boussingault crée le premier d'entre eux sur la terre de Pechelbronn, au Liebfrauenberg. C'est là que les nations étrangères prirent la flamme qui éclaira les institutions du même ordre qu'elles créèrent à l'envie.

Avant 1870, nous ne possédions que six stations agronomiques et laboratoires. En 1894, nous en avions 77. Aujourd'hui, groupés sous la savante et active direction de notre confrère, M. Eugène Roux, ils forment l'Institut des Recherches agronomiques pourvu d'une large autonomie. Avec les laboratoires spéciaux qui fonctionneront bientôt à Versailles, ce nouvel organisme comprendra 86 établissements répartis dans les diverses régions culturales de la France.

Toutes les branches de la science appliquée y trouvent ou y trouveront incessamment place : Contrôle des semences et des engrais, Essais de machines, Météorologie et Physique appliquées à l'agriculture, Génétique, Pathologie végétale, Zoologie, Chimie et Biologie des sols, Alimentation des hommes et des animaux, Fermentations.

Enfin, le progrès trouve une nouvelle source d'activité dans une institution toute récente mais qui a déjà donné de belles preuves de sa vitalité : celle des Offices agricoles, créée par la loi du 6 janvier 1919. Leur mission essentielle consiste à contrôler l'application des découvertes que réalisent les chercheurs. Expérimenter, démontrer, puis, propager, tel est leur triple rôle.

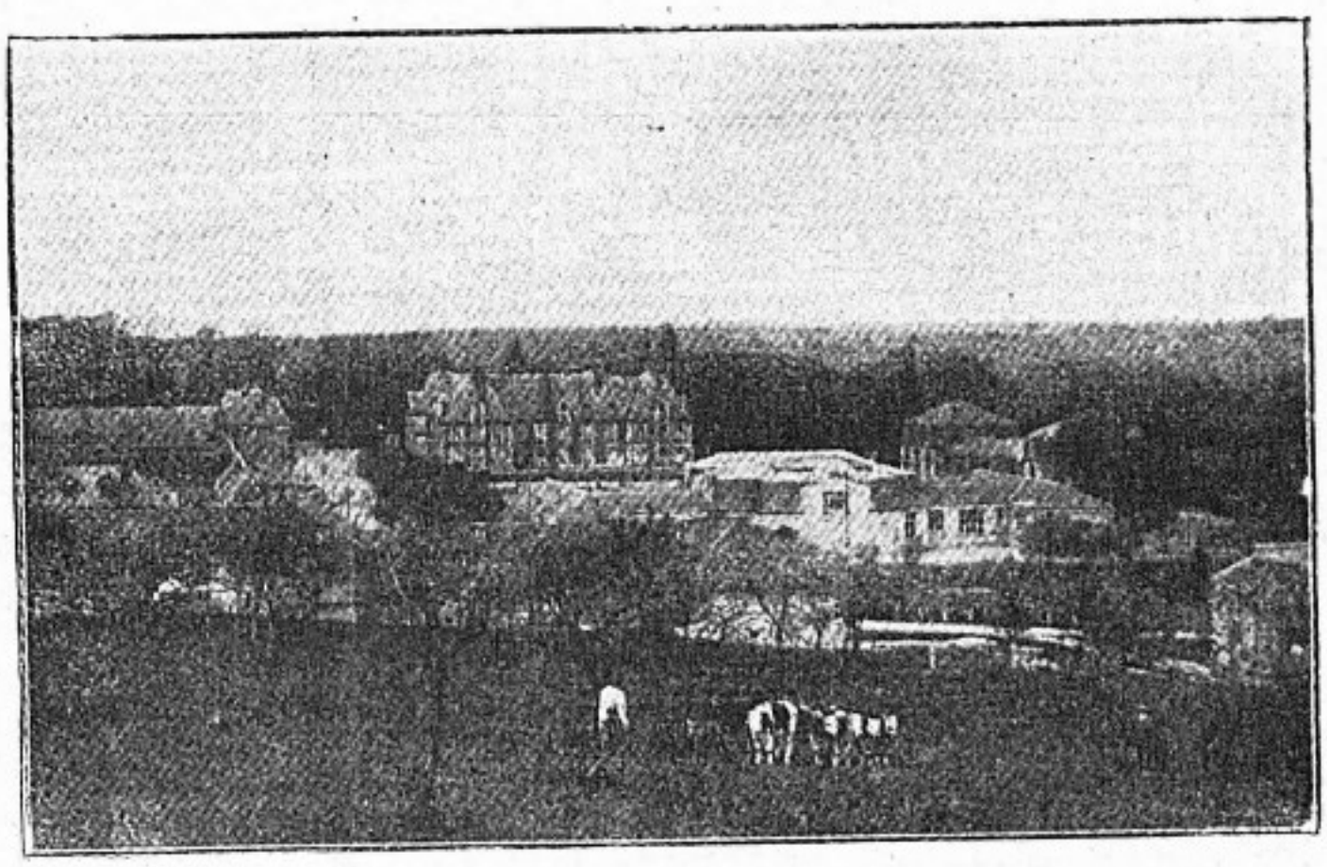


Fig. 73.
Ecole Nationale d'Agriculture de Grignon. Vue Générale.

Leurs interprètes sont le champ d'expériences pour essayer l'idée nouvelle, puis, le champ ou la ferme de démonstration pour convaincre le praticien.

Et maintenant, pouvons-nous apprécier le retentissement qu'a exercé sur l'agriculture française cette riche floraison d'Ecoles, de laboratoires et d'institutions diverses ?

Tant d'efforts persévérants ont abouti à des résultats considérables, d'ordre moral et matériel.

La profession d'agriculteur et celle d'agronome revêtent une dignité et jouissent d'une influence qu'elles n'avaient pas autrefois. Et cette situation nouvelle a bien son importance.

La création de l'Institut agronomique, la tournure scientifique qu'ont pris les programmes d'études des Ecoles nationales, les diffi-

cultés de l'admission ont très sensiblement modifié le sentiment général à l'égard de l'enseignement agricole.

Naguère, ce n'étaient pas toujours leurs enfants les mieux doués que les parents envoyaient aux Ecoles d'Agriculture. Aujourd'hui, elles attirent une élite. Elles ont montré le parti que la culture du sol tire d'un enseignement scientifique élevé. Ce n'est plus seulement la noblesse l'indépendance, la salubrité de la vie rurale qui attirent la jeunesse, mais aussi l'intérêt des problèmes qu'elle soulève, les appels qu'elle adresse aux connaissances les plus variées. De nos grandes Ecoles sont sortis des hommes de premier plan ; cultivateurs, ils marchent à la tête du progrès ; directeurs de services agricoles ou de laboratoires, ils ont transformé les méthodes de culture du pays.

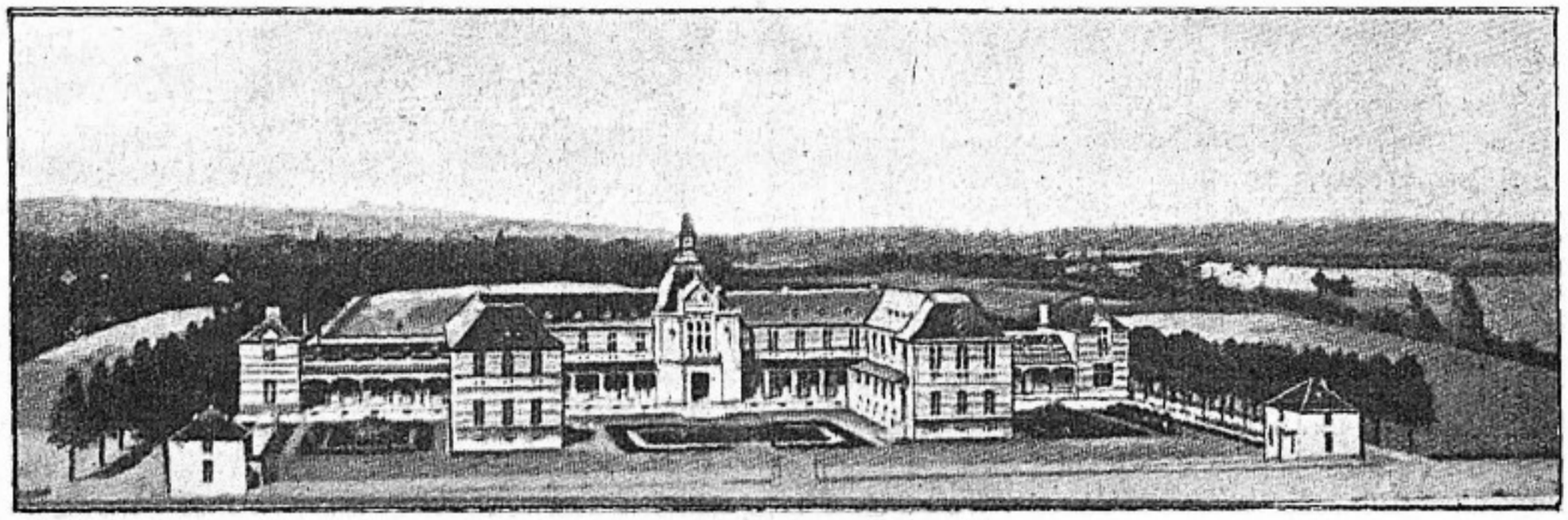


Fig. 74. — Ecole Nationale d'Agriculture de Rennes. Façade principale.

Le succès avec lequel avec lequel l'Institut Agronomique a rempli sa mission lui a gagné la faveur des administrations de l'Etat ayant charge d'intérêts agricoles. Les Eaux-et-Forêts, puis, les Haras, lui ont demandé de recruter leur personnel. C'est grâce à lui, que notre confrère, M. Dabat, alors Directeur de l'Hydraulique, a pu créer en 1882, le service du Génie Rural ; bienfaiteur de nos campagnes, soit qu'il assainisse les terres ou les arrose, soit qu'il trace des chemins, capte des sources, aménage des chutes ou diffuse l'électricité, source de lumière, d'énergie et de bien-être.

N'est-ce pas aussi à l'Institut Agronomique que nous devons les créateurs, nous les connaissons bien, de ces stations d'essais de semences et de génétique, d'essais de machines, de fermentations, de recherches sur la laiterie, d'entomologie appliquée, de sucrerie, auxquelles nous faisions allusion tout à l'heure ?

N'est-ce pas à l'Ecole de Grignon que nous allons admirer chaque année des champs d'expériences organisés suivant une méthode impeccable où des Maîtres éminents, dont les noms nous sont familiers, avec des soins infinis, préparent des variétés végétales qui concourront à nous affranchir de l'étranger pour notre approvisionnement en blé et préserveront de maladies aussi mystérieuses qu'implacables, l'une de nos plus précieuses ressources alimentaires, la pomme de terre ? Et l'Ecole de Montpellier dans sa lutte triomphante contre le phylloxera n'a-t-elle pas sauvé notre vignoble ? l'une de nos richesses nationales les plus précieuses ?

C'est à celle de Grandjouan et à son fondateur Rieffel, l'un des élèves préférés de Dombasles, que la Bretagne a dû la transformation de son économie rurale.

Là, nous saisissons sur le vif les bienfaits de la science et de l'enseignement qu'elle a créé et qu'elle inspire. Nous en voyons une nouvelle manifestation dans le développement extraordinaire qu'ont pris les associations agricoles. Quel chemin parcouru par les Syndicats professionnels, depuis la loi du 21 mars 1884 ! Neuf lois nouvelles ont dû être promulguées pour réglementer les applications à l'Economie Rurale du principe fécond de mutualité et de coopération. En 1876, on comptait à peine 9.500 associations agricoles, Aujourd'hui, il y en a plus de 54.000. Ce sont les professeurs départementaux d'agriculture sortant de nos grandes écoles qui ont lancé ce mouvement et l'entretiennent. Et c'est un ingénieur-agronome, notre confrère M. Louis Tardy, qui, ayant su le coordonner et le développer encore, est à la tête de la Caisse nationale du Crédit agricole.

Nos confrères spécialisés dans les questions coloniales nous ont souvent montré les ressources immenses que nous offre la « Plus Grande France », la « France d'outre-Mer ». Les Ecoles d'agriculture sont en train d'y opérer une révolution éminemment bienfaisante. Les grandes Compagnies Coloniales commencent à comprendre qu'il est indispensable d'attacher aux

plantations de jeunes hommes instruits et de leur assurer des situations en rapport avec leur mérite. Chaque année des Elèves de l'Institut Agronomique et des Ecoles d'agriculture entrent à l'Institut d'agronomie coloniale de Nogent, d'où ils sortent un an après pourvus d'un solide complément d'instruction technique et d'un emploi. Il y a là un mouvement très intéressant pour notre pays et nos Ecoles. Il s'accentuera et rendra les plus grands services pourvu que simultanément s'améliorent les conditions de l'agriculture coloniale : sécurité, moyens de transport, travaux d'assainissement et d'irrigation, facilités d'échanges avec la métropole.

Il n'y a pas bien longtemps que les Coloniaux dédaignaient l'aide de la science agronomique, qu'ils la redoutaient même. Le progrès à balayé ces idées arriérées. Aujourd'hui, ils la recherchent. Et lorsque notre confrère, M. le maréchal Lyautey se préoccupa d'organiser la mise en valeur du sol marocain, c'est à des ingénieurs agronomes qu'il fit appel. En Algérie comme en Tunisie, en Indo-Chine comme en Afrique Occidentale, Ingénieurs-Agronomes et Ingénieurs-Agricoles marchent aux premiers rangs soit comme colons, soit comme fonctionnaires des services d'agriculture. C'est à la science et à son enseignement que nous le devons.

Les statistiques ne sont pas parfaites. Cependant, on peut leur accorder quelque créance lorsqu'elles portent sur de grands nombres et de longs espaces de temps. Que nous apprennent celles qui concernent nos principales récoltes et notre troupeau ? Qu'ils ont sensiblement augmenté au fur et à mesure que la science a progressé et que l'enseignement agricole multipliant ses organes l'a répandue davantage.

Essayons de les consulter, mais arrêtons-nous à 1913. Laissons de côté les années de guerre et les suivantes qui ont bouleversé notre situation économique. Et n'envisageons que deux de nos principales productions : le blé et la pomme de terre. De 1876 à 1913, la seule plus-value de leurs récoltes moyennes décennales, traduite en argent, dépassait 85 millions de francs-or. C'est par centaines de millions que l'on chiffrerait celle de toutes les branches de l'exploitation du sol.

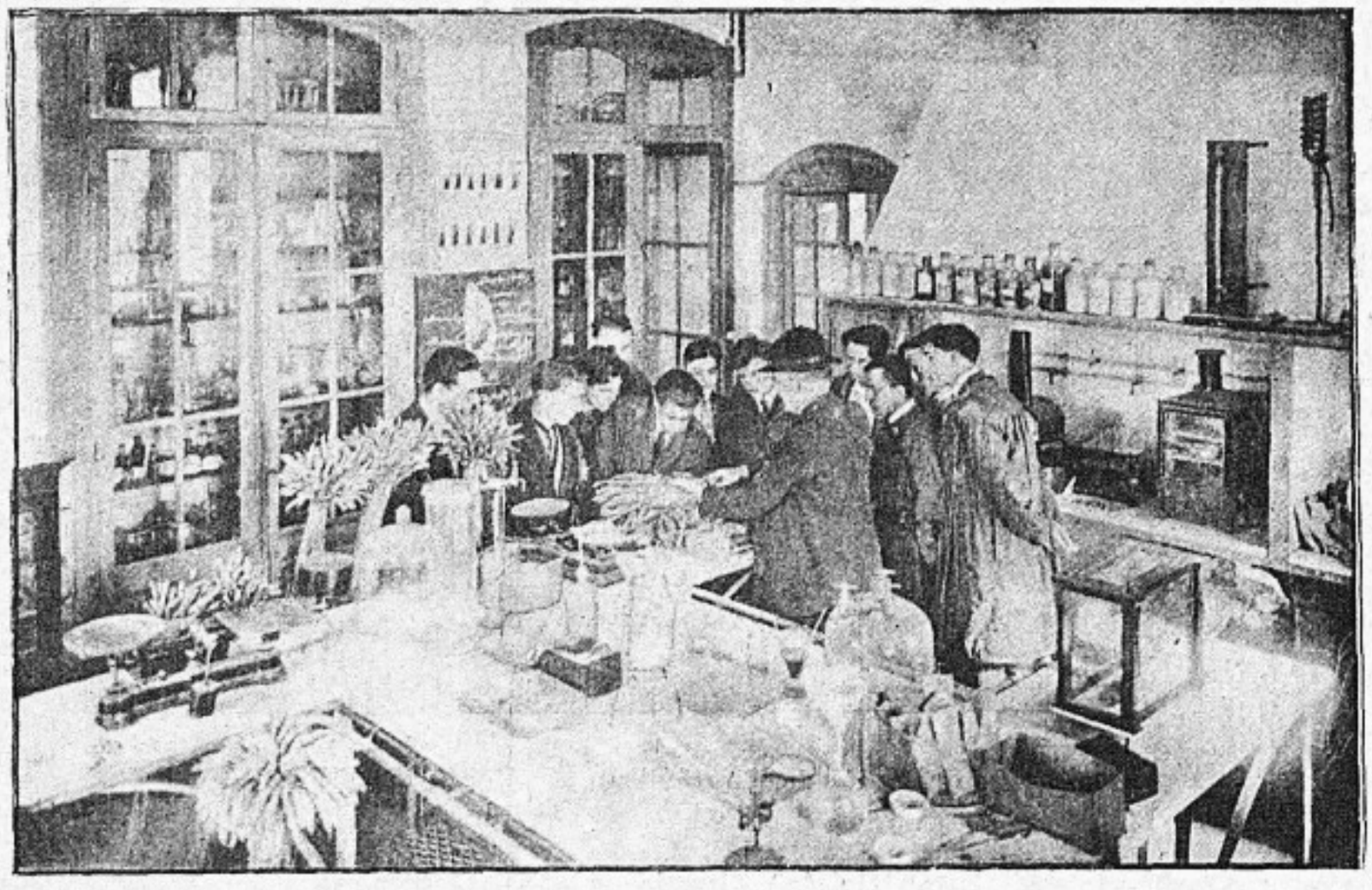


Fig. 75. — Ecole Nationale d'Agriculture de Rennes. — Laboratoire d'Agriculture.

Les progrès de l'agriculture peuvent aussi se mesurer à la progression de la consommation des engrais. Quelle était celle-ci, en France, vers 1876 ? Nous manquons de renseignements exacts. Néanmoins, il est permis de l'évaluer à 15.000 tonnes d'acide phosphorique et autant d'azote, soit une valeur de 60 millions de francs.

Pour 1913, nous avons des précisions. Cette année-là, notre agriculture a utilisé 360.000 tonnes d'acide phosphorique, 70.000 tonnes d'azote et 40.000 tonnes de potasse, soit plus de 3 millions de tonnes valant 350 millions de francs.

Pendant le même laps de temps, quel a été le budget de notre enseignement agricole ? Environ 1 million en 1870, 3 en 1894, 4 en 1910, 5 en 1914.

Certes, ce n'est pas uniquement à la diffusion de plus en plus active des connaissances techniques que l'on doit ces résultats impressionnants. Toutefois, il est indéniable qu'elle y fût pour beaucoup.

Le capital engagé dans les œuvres d'enseignement agricole produit donc un bel intérêt.

Le Laboratoire, le Champ d'expériences, l'Ecole ; voilà les agents essentiels du progrès. Depuis une cinquantaine d'années, à mesure que les sciences ont avancé, que leurs applications se sont multipliées, ils ont trouvé une faveur croissante auprès de l'opinion publique et du Parlement. Les fruits qu'ils ont déjà portés donnent une idée de ceux qu'ils laisseront encore cueillir.

Fig. 76. — Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier. Vue générale

Sans doute, grâce à la loi Queuille (1), les matériels ne leur manqueront plus. La même certitude existe-t-elle pour leur personnel de chercheurs et de Maîtres ? Malheureusement, non. Les appels qu'ils adressent à la jeunesse ne sont pas assez entendus, pas beaucoup plus, hélas, que ces cloches légendaires de la ville d'Ys qui s'obstinent à sonner en vain pour des paroissiens toujours absents. Si cette situation persistait, l'enseignement et la recherche agronomiques, sapés à la base, en souffriraient cruellement. L'avenir même de l'agriculture, qui repose sur eux, serait compromis. Et l'on sait ce qu'est pour nous la production du sol ; notre nourriture quotidienne, le gagne-pain de 47 % de la population, un revenu brut qui atteignait en 1912, 20 milliards de francs, soit aujourd'hui environ 85 milliards de notre monnaie. On imagine les conséquences du moindre progrès ou du moindre retour en arrière ; elles se traduisent par des centaines de millions en plus ou en moins.

Est-il une industrie qui représente des intérêts aussi considérables et dont les résultats retentissent aussi fort sur notre situation économique et sociale ? Et combien dépensons-nous pour instruire son personnel ? Peu de chose au regard des capitaux qu'elle met en œuvre : environ 15 millions et demi en 1926, moins de 19 millions en 1927, sommes sensiblement inférieures à la parité or du budget d'avant la guerre.

L'enseignement agricole n'atteindra pleinement son but que lorsque sa cîme attirera les intelligences les mieux douées. Elevons toujours plus haut la source de notre savoir, afin qu'il descende avec force et atteigne en bas jusqu'au plus modeste laboureur, comme ces eaux bienfaisantes qui se précipitent des sommets et portent l'énergie qu'elles récèlent jusqu'au plus petit usager isolé dans la plaine.

On peut assurer aux jeunes gens qu'en se consacrant à l'œuvre à laquelle nous les convions, ils rempliront une mission belle entre toutes. On doit exprimer le vœu qu'ils trouvent dans son accomplissement des avantages moraux et matériels en harmonie avec les services qu'ils rendront.

Ravir à la science de nouveaux secrets, réveiller ces germes de vie, ces énergies mystérieuses qui couvent dans la nature et n'attendent pour éclore que l'effort du laboureur, défricher les terres incultes, améliorer les autres, chasser la pauvreté, installer la fortune-accroître la Patrie en augmentant la pro-

(1) Cette loi promulguée le 5 août 1920 attribue, chaque année, aux établissements d'enseignement agricole un demi pour cent de la masse des sommes engagées au pari mutuel, sur les hippodromes.

duction de son sol, source la plus pure, la plus vive de sa richesse... tel est le thème que développent nos savants et les Professeurs de nos Ecoles.

Comme leurs élèves, cultivateurs grands et petits, qui répartiront bientôt leurs efforts sur le territoire, et, au prix d'un labeur opiniâtre asserviront les forces naturelles à nos besoins, ils comptent parmi les meilleurs artisans de l'indépendance et de la prospérité de la Nation.

Georges Wéry,
Président de l'Académie d'Agriculture,
Directeur de l'Institut national Agronomique.

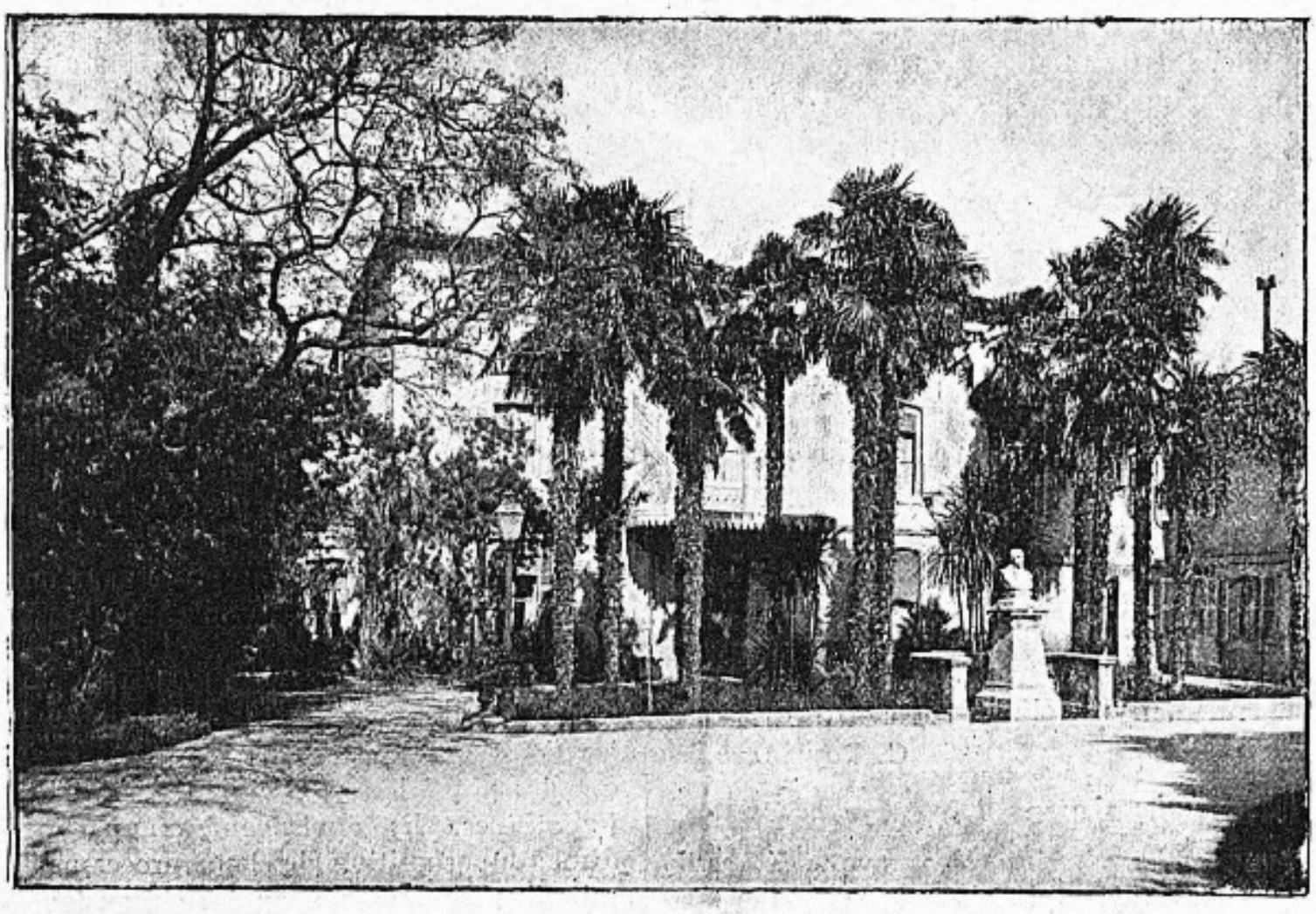


Fig. 77. — Ecole Nationale d'Agronomie de Montpellier. Un coin de la cour d'honneur. La Direction.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

A propos d'une pensée d'Henri Poincaré. — Le recueil : « *Dernières pensées* » contient une étude consacrée à l'*hypothèse des quanta* (chap. VI); H. Poincaré y commente en ces termes les tendances de la Physique théorique moderne : « On ne cherche plus seulement si les équations différentielles de la Dynamique doivent être modifiées, mais encore, si les lois du mouvement pourront être exprimées par des équations différentielles. » Et il ajoute : « On se demande s'il ne faut pas introduire dans les lois naturelles des discontinuités, non pas apparentes, mais essentielles. »

H. Poincaré pose ainsi un grave problème philosophique, auquel est lié l'avenir des mathémathiques. N'avons-nous pas fait fausse route? Ne devrons-nous pas dans l'avenir opter pour un système déductif, mieux approprié que les mathématiques classiques à l'étude de l'Univers?

Cette question ne peut se discuter en quelques lignes. Nous essayerons surtout de préciser à quel moment on la rencontre. Le succès de l'application des mathématiques à la physique tient à la possibilité de soumettre au calcul les nombres qui mesurent les diverses grandeurs, dont les variations peuvent s'influencer mutuellement au cours d'un phénomène. Pour être à même d'effectuer sans obstacle toutes les opérations rencontrées, nous devons choisir un système convenable de concepts et de postulats : partons des nombres entiers et des opérations usuelles sur ces nombres, comme notions premières; nous construirons les nombres rationnels, de manière à rendre la division toujours possible, puis les nombres négatifs, pour qu'il en soit ainsi de la soustraction. Si l'on veut permettre aux extractions de racines de s'accomplir, il reste une étape à franchir; elle aboutit à l'introduction du nombre irrationnel, conformément au postulat de Dedekind, d'après lequel toute séparation de l'ensemble des nombres rationnels en deux classes, réalisée de manière que chaque élément de la seconde classe surpasse chaque élément de la première, détermine un nombre et un seul. On parvient ainsi, par voie axiomatique, à élaborer le *continu* qui sert de substratum à toute l'Analyse infinitésimale. On réalise par là, au sens de P. Duhem, une théorie physique, donnant une conception abstraite de ce qu'on appelle, en langage expérimental : « un continu ». L'un des postulats essentiels de la Physique Mathématique est justement le suivant : « Tous les continus physiques à une dimension

sont en correspondance parfaite avec le continu de Dedekind ».

Or, une théorie physique n'est qu'un schéma, elle ne donne qu'une représentation approchée : notamment le continu de Dedekind est une fiction qui ne répond qu'imparfaitement à la structure des corps. Donc l'Analyse, basée sur le continu de Dedekind, ne peut rendre compte que d'un champ bien délimité de phénomènes, qui sont ceux pour lesquels la différence de structure entre le continu de Dedekind et les continus de la Physique nous apparaît comme imperceptible. En revanche, il existe d'autres phénomènes, comme les mouvements browniens ou les mouvements au sein de l'atome, sur lesquels l'Analyse classique a plus difficilement prise. Les équations différentielles s'y dérobent : peut-être faudrait-il y substituer des relations déterminantes d'une forme discontinue, comme les équations aux différences finies.

Quoi qu'il en soit, on ne doit nullement renoncer pour cela à étudier l'Analyse classique. Les formes sous lesquelles elle se présente sont très facilement assimilables par notre esprit, et à supposer qu'on construise un jour, au moyen d'un système de concepts et de postulats convenables, une Analyse nouvelle bien adaptée à l'étude du mouvement brownien, au point de le soustraire aux lois du hasard, il est permis de penser que cette science consisterait simplement en un ensemble de propositions susceptibles d'être rattachées aux mathématiques classiques, de la même manière que la géométrie de Lobatchefski peut être prélevée sur la géométrie euclidienne.

G. Bouligand.

Physique

L'effet Compton. — La physique des rayons X, assimilés aujourd'hui à des rayons lumineux de très petite longueur d'onde, a donné l'occasion au physicien américain, Arthur H. Compton, de signaler un phénomène des plus intéressants du point de vue de la théorie de la radiation.

En étudiant la diffusion d'un pinceau monochromatique de rayons X, Compton a découvert qu'elle donne lieu, non seulement à une radiation diffusée de la longueur d'onde primaire, mais encore à une autre radiation de longueur d'onde légèrement supérieure. Cette dernière longueur d'onde, qui n'est fonction que de la longueur d'onde primaire, ne saurait appartenir à une radiation de fluorescence.

Compton a établi nettement le phénomène, à l'aide de mesures faites à la chambre d'ionisation, pour la diffusion de la raie $K\alpha$ du molybdène sur du graphite. Puis d'autres expérimentateurs, tels que P. A. Ross en Amérique, de Broglie et Dauvilliers en France, l'ont vérifié par la méthode photographique, avec divers radiateurs.

Les théories classiques, selon lesquelles un électron, mis en vibration par l'ondulation rencontrée, ne peut émettre ensuite qu'une radiation de la même fréquence, n'expliquent en aucune façon la composante « modifiée ». Compton justifie son existence, en partant d'une hypothèse quantique, de la manière suivante. Dans la rencontre d'un quantum de lumière de fréquence ν et d'un atome, le quantum ne communique son énergie $h\nu$ qu'à un électron particulier de cet atome, qui recule sous le choc avec une énergie E. (h est la constante de Planck, égale à $6{,}55.\ 10^{-27}$) Après le choc, le quantum diffusé est chassé avec une énergie $h\nu'$ telle que

$$h\nu' + E = h\nu$$

La nouvelle fréquence ν' est inférieure à ν ou, en d'autres termes, il se produit un accroissement de longueur d'onde.

D'après le théorème de conservation du moment de la quantité de mouvement, les trois moments, se rapportant respectivement au quantum incident, au quantum diffusé et à l'électron de recul, se distribuent suivant le diagramme ordinaire de la composition des vecteurs.

En partant de ce raisonnement, Compton est parvenu à retrouver très exactement la composante « modifiée » dans un grand nombre de cas.

En outre, divers expérimentateurs ont cherché à mettre directement en évidence l'électron de recul.

C. T. R. Wilson et Bothe, indépendamment ont opéré avec la chambre de détente de C. T. R. Wilson, qui permet d'enregistrer photographiquement les particules ionisantes, autour desquelles de la vapeur d'eau vient se condenser. Wilson et Bothe ont relevé tous deux des traces photographiques, attribuables à l'électron de recul.

D'autre part, Bothe et Geiger ont recouru au numérateur de Geiger, chambre d'ionisation dont l'électrode isolée est très effilée, l'autre étant maintenue à un potentiel très élevé, en sorte que l'arrivée de chaque particule ionisante est individuellement décelable par une impulsion électrométrique, Bothe et Geiger ont établi qu'au moyen de cet appareil, ils avaient pu observer séparément les effets de l'électron de recul.

La théorie quantique proposée par Compton semble donc s'étayer par un certain nombre de résultats expérimentaux. Cependant, si elle rend compte de la composante « modifiée » de la diffusion, il n'en est pas de même de l'autre composante, qui, à son tour, est la seule prévue par les théories ondulatoires. Il y a là une difficulté sérieuse, que les physiciens s'efforcent de lever à l'aide de diverses hypothèses. Ils envisagent en particulier la possibilité d'une superposition de deux processus, dont chacun jouerait plus ou moins selon les circonstances de la diffusion. Cette manière de voir a déjà suscité de nombreuses recherches sur l'intensité relative des deux composantes.

S. V.

Radiogoniométrie

Cause et élimination des erreurs de nuit en radiogoniométrie. — Le Radio Research Board a entrepris dernièrement une série d'études expérimentales en vue d'approfondir les causes des variations des azimuts observés dans les relèvements radiogoniométriques nocturnes. Il est maintenant évident que ces variations sont dues à l'action sur les parties horizontales des radiogoniomètres, de la composante horizontale de la force électrique de l'onde réfléchie. Une autre partie du travail entrepris consistait à voir si les ondes réfléchies avaient été déviées du plan du grand cercle passant par l'émetteur et le récepteur. Le problème posé était donc particulièrement intéressant, car les appareils qui ne décèleront pas de déviation latérale fourniront un système radiogoniométrique exempt d'erreurs de nuit.

Nous ne nous arrêterons pas aux tâtonnements du début. Le but poursuivi était d'établir un système récepteur sur les parties verticales duquel le champ devait seulement agir. En définitive, ce fut le dispositif suivant, préconisé pour la première fois par Adcock, qui fut réalisé. Les antennes verticales (fig. 78) sont des oscillateurs de Hertz, ayant en leur milieu des prises horizontales allant à la cabane de réception, d'ailleurs sous cage de Faraday. Pour des raisons de symétrie, la cabane avec les appareils récepteurs et l'opérateur était placée au niveau du centre du système, à environ 6 mètres au-dessus du sol. Les antennes étaient supportées par des poteaux de 13 m. 50 de hauteur environ placés aux sommets d'un carré de 6 mètres de côté. La cabane de réception était suspendue, par des cordes isolantes, à des traverses croisées placées sur les poteaux, afin de réduire au minimum les capacités par rapport au sol. La

fig. 79 montre les connexions d'une paire d'oscillateurs hertziens.

On vérifiera la compensation des effets sur les parties horizontales, d'abord en mesurant les propriétés directives de chaque antenne individuellement, et ensuite en comparant les courants induits dans les moitiés supérieure et inférieure de la même antenne. Le dernier essai mit en évidence une supériorité de 2 à 3 pour cent de la partie inférieure sur la partie supérieure, supériorité due probablement aux capacités par rapport au sol. On aurait d'ailleurs pu très probablement éliminer cette dissymétrie en raccourcissant la moitié inférieure.

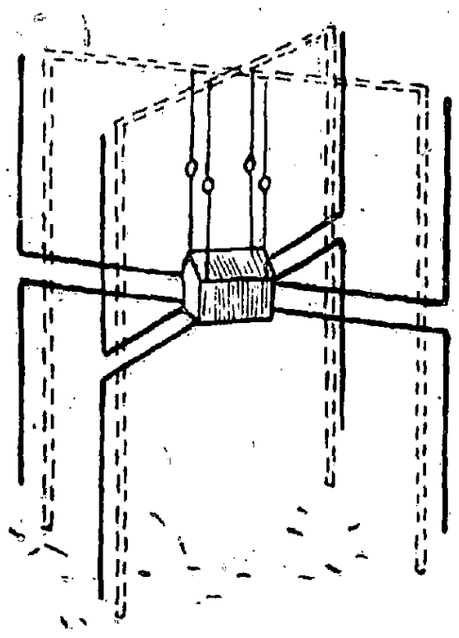


Fig. 78

Pour étudier les déviations latérales, on fit des observations sur certaines émissions bien connues pour donner des erreurs de nuit. Les azimuts apparents étaient observés simultanément sur l'appareil décrit et sur un cadre ordinaire dans une autre cabane éloignée d'une centaine de mètres. Les variations de nuit les plus importantes furent obtenues sur Bournemouth et Cardiff. Nous reproduisons un graphique (fig. 80) montrant les résultats obtenus sur le premier poste.

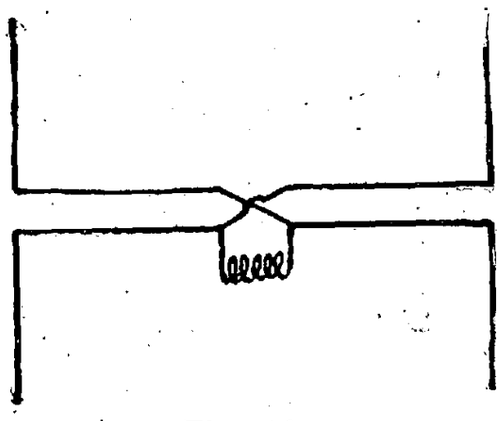


Fig. 79.

On peut conclure de ces résultats que la déviation latérale n'intervient que très faiblement dans les erreurs de nuit et que ces dernières sont dues presque entièrement à l'arrivée des ondes réfléchies polarisées avec la force électrique horizontale. Les faibles erreurs obtenues avec le système précédent peuvent être causées par un léger défaut de compensation ou encore par un effet de déviation latérale. Il faut aussi se rappeler que l'onde émise peut être déviée par les obstacles qu'elle trouve sur son chemin (arbres, etc.) En somme les résultats obtenus confirment la théorie magnétoïonique introduite récemment par Appleton et Barnett en Angleterre et Nicholls et Schelling en Amérique, d'après laquelle la rotation du plan de polarisation de l'onde réfléchie est due à l'action du champ magnétique terrestre.

En résumé, le système décrit ci-dessus donne la vraie direction du plan du grand cercle d'arrivée des ondes quels que soient leur état de polarisation ou l'angle d'incidence par rapport au sol. Pour terminer, disons que des essais ont été faits avec un aéroplane volant à une altitude moyenne et à des distances de 5 à 12 km. environ du lieu d'observation. Les observations étaient faites simultanément avec un cadre ordinaire. Pour ce dernier, les erreurs s'élevèrent à 40 degrés tandis que pour le système en question, elles atteignirent au maximum 6 degrés.

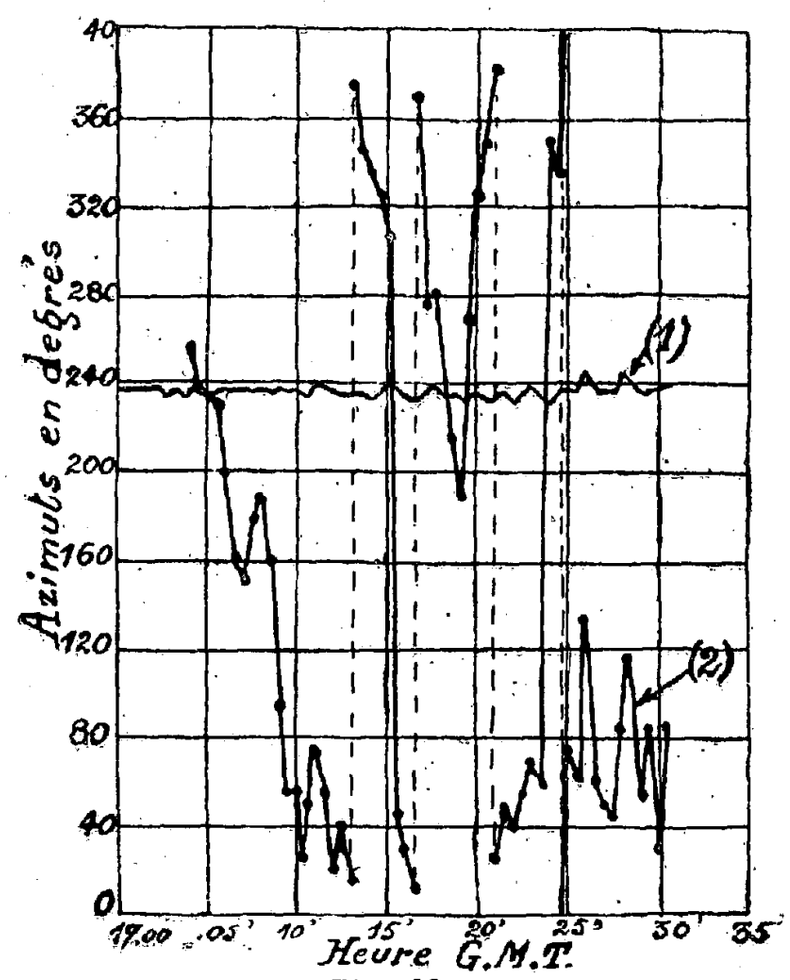


Fig. 80.
(1) Points obtenus avec le système Adcock.
(2) Points obtenus avec le système ordinaire.

P. ABADIE.

Anthropologie

Léonce-Pierre Manouvrier 1850-1927. — Le 18 janvier 1927 est mort à Paris L.-P. Manouvrier. Avec lui disparaît l'un des représentants les plus éminents de l'Anthropologie française.

Manouvrier était né à Guéret (Creuse), le 28 juin 1850. Reçu docteur en médecine, il se voyait attribuer le Prix des Thèses en 1881, par la Faculté de Médecine de Paris. Sa carrière anthropologique commença en 1878, année où il entra, comme préparateur bénévole, dans le Laboratoire d'Anthropologie créé en 1860 par Broca, le fondateur ,en France, de l'Anthropologie, Laboratoire qui fut incorporé en 1868 à l'Ecole pratique des Hautes Etudes. Il en devint préparateur titulaire en 1880, année de la mort de Broca qui fut remplacé, dans les fonctions de Directeur du Laboratoire, par Mathias-Duval (mort en 1907), qui occupa ce poste jusqu'en 1890, époque où Laborde lui succéda.

En 1900, Manouvrier était nommé Directeur-adjoint, puis Directeur, à la mort de Laborde survenue en 1903. Il conserva ces fonctions jusqu'à sa mort.

Entré à l'Ecole d'Anthropologie, en 1881, comme Professeur libre, Manouvrier était nommé Professeur suppléant à la chaire d'Ethnologie, en 1883, puis Professeur-adjoint en 1884 et enfin Professeur d'Anthropologie physiologique, en 1887, lors de la création de cette chaire qu'il occupa jusqu'en 1926, année où il fut nommé Professeur honoraire.

En 1902, il avait été nommé Sous-Directeur de la Station physiologique au Collège de France.

L'œuvre scientifique de Manouvrier a été retracée, dans

ses grandes lignes, par le Dr Anthony, Professeur au Muséum, dans le discours qu'il prononça à ses obsèques en qualité de délégué de la Société d'Anthropologie de Paris, dont Manouvrier fut d'abord, en 1891, Secrétaire général adjoint, puis Secrétaire général depuis 1902 jusqu'à sa mort, et qui, a dit le Dr Anthony « contribua le plus, depuis la mort de Broca, à établir la haute réputation dont la Société jouit aujourd'hui dans le monde. »

Dans son discours, dont nous ne pouvons que donner un extrait, le Dr Anthony a exposé en ces termes, la vie scientifique du grand savant :

« Aucune vie n'a été plus complètement consacrée à la Science que celle de Manouvrier. Aussi m'est-il impossible d'essayer de donner ici une idée de l'étendue de son œuvre. Il me faudrait tracer le tableau des progrès de l'Anthropologie anatomique et physiologique pendant toute la période de temps où s'est déployée sa laborieuse activité. Qu'il me suffise de rappeler que c'est à lui que nous devons la solution du difficile problème de l'interprétation du poids cérébral, problème auquel tant d'hommes de talent, ou même de génie, Cuvier, par exemple, s'étaient attachés sans parvenir à le résoudre. A un point de vue plus général, c'est aussi, en grande partie, à lui que nous sommes redevables des grands progrès que nous avons vu la science biologique réaliser en ces dernières années ; en mettant en lumière, dès 1887, l'influence des causes fonctionnelles sur la génèse de tant de variations anatomiques incomprises jusqu'à ses travaux, il est hors de doute que, plus que personne, il a contribué à attirer l'attention sur les doctrines lamarckiennes autour desquelles évoluent aujourd'hui, qu'on les adopte ou qu'on les rejette, toutes nos tentatives d'explication.

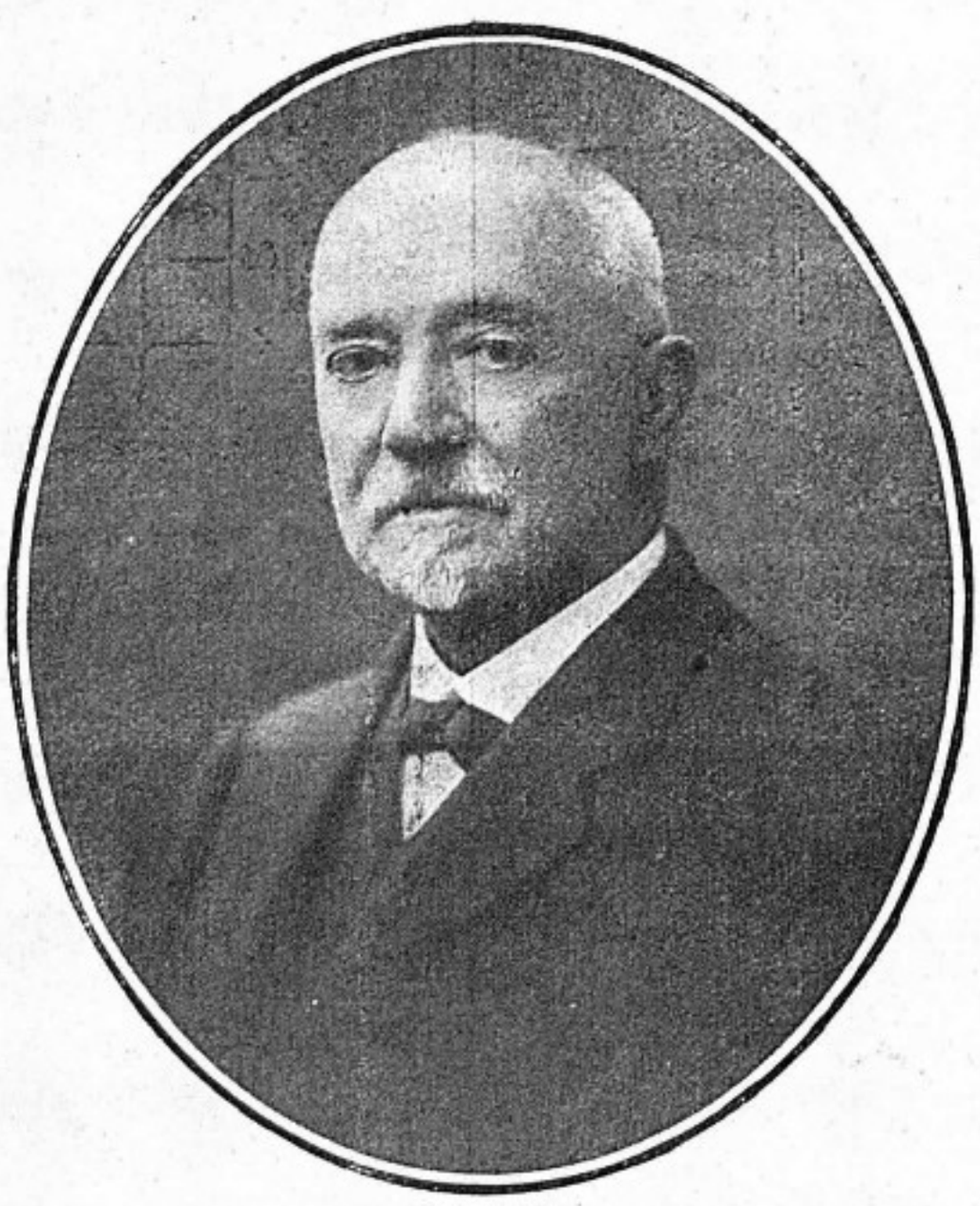


Fig. 81. — Léonce-Pierre Manouvrier.

« Il est rare que des recherches d'Anatomie ou de Physiologie puissent avoir une portée d'ordre social. C'est pourtant le cas d'à peu près toutes celles que Manouvrier a entreprises et pu conduire jusqu'à leur terme. Tantôt, elles nous ont débarrassés d'erreurs socialement dangereuses : soit, la théorie lombrosienne de l'innéité du crime, soit les rêveries de Gobineau et de Lapouge qui aboutissaient à attribuer aux races germaniques sur les races celtes et latines une supériorité d'ordre intellectuel et moral et, par suite, un droit naturel de domination. Tantôt, elles ont conduit à des bouleversements d'opinions et de tendances qui ont été jusqu'à forcer les barrières de nos institutions qu'on pouvait croire les plus définitives ; en réhabilitant le cerveau féminin considéré jusqu'à lui comme inférieur, il est manifestement l'un de ceux qui ont le plus fait pour ouvrir aux femmes les carrières scientifiques, artistiques, libérales et administratives.

« Manouvrier ne fut donc pas seulement un grand anatomiste et un grand physiologiste dans le sens que nous attribuons habituellement à ces termes ; s'il voulut et sut donner aux résultats de ses travaux et de ses recherches une portée à laquelle les anatomistes et les physiologistes ne songent pas, le plus souvent, c'est qu'il possédait une intelligence d'une vigueur extraordinaire, certainement une des plus belles et des plus puissantes qui aient existé dans tous les temps. Il est hors de doute qu'on verra un jour, en lui, un des plus profonds penseurs de la dernière moitié du XIXe siècle et du commencement du XXe. Dès maintenant, nous pouvons affirmer que ses écrits, trop peu répandus d'ailleurs, sur la classification des sciences, le placent à côté d'Auguste Comte, sur le même plan qu'Herbert Spencer.

. . . . . .

« Doué de qualités intellectuelles incomparables, donnant tout son temps au travail, publiant incessamment, et, avec un talent que chacun se plaisait à lui reconnaître, les résultats de ses recherches et de ses travaux, Manouvrier eut dû, logiquement, occuper les plus hautes fonctions officielles, aucun honneur n'eut dû lui manquer. Malheureusement, avec toutes ses belles qualités, il était affligé d'un malheureux défaut : dès que ses intérêts personnels entraient en cause, il devenait indifférent, négligent, abandonnant toute activité. D'une honnêteté et d'une moralité intransigeantes, serviable presque à l'excès pour ceux qu'il estimait, il avait pour principe de ne cacher jamais sa pensée, même lorsque la franchise pouvait être périlleuse, il se refusait aux plus légères compromissions, il rejetait loin de lui toutes ces petites lâchetés que le monde pardonne et que l'on se pardonne si aisément à soi-même, mais qui aident tant à arriver. On s'étonnera plus tard que Manouvrier n'ait pas eu, dans son pays, la place à laquelle lui donnaient droit sa haute valeur intellectuelle et les services qu'il a rendus. Et on s'en étonnera d'autant plus que les corps savants étrangers ne lui ménagèrent, ni les honneurs dont ils disposaient, ni les marques de leur haute estime : il était Membre associé ou honoraire de presque toutes les plus importantes Sociétés savantes et Académies étrangères. On se rappelle qu'en 1903 il fut élu Membre de la Commission permanente pour l'étude du cerveau à l'Association internationale des Académies. »

. . . . . .

Lorsqu'en 1926, l'heure de la retraite avait sonné pour Manouvrier, le Ministre de l'Instruction lui avait laissé la libre jouissance de son Laboratoire de l'Ecole

des Hautes Etudes dans lequel s'était déroulée toute sa vie scientifique, dans lequel il avait accompli tant de remarquables travaux.

Sa mort laisse un grand vide non seulement dans les Sciences anthropologiques, mais aussi, et particulièrement, à l'Ecole d'Anthropologie et à la Société d'Anthropologie, car l'aménité et la droiture de son caractère lui avaient attiré les sympathies de tous et aussi de nombreuses et précieuses amitiés.

L. Franchet.

Médecine

La recrudescence des morts subites et les taches solaires. — Le Dr Maurice Faure, dans une Communication à l'Académie de Médecine (séance du 1er mars 1927), a signalé l'influence des taches solaires sur la recrudescence des morts subites. Il a fait remarquer que si l'on compare le nombre total des morts subites observées pendant les jours avec taches solaires, au nombre total des morts subites observées pendant les jours sans taches, on constate que le rapport entre le nombre des morts et le nombre des jours s'exprime, dans le premier cas, par 26 o/o et, dans le second cas, par 13 o/o, c'est-à-dire qu'il y a deux fois plus de morts subites pendant les jours avec taches que pendant les jours sans taches.

On savait déjà, par des travaux antérieurs de J. Vallot, G. Sardou et M. Faure (Académie de Médecine, 2 juillet 1922), que l'apparition d'accidents aigus au cours des maladies chroniques coïncide avec le passage des taches solaires. Et les morts subites coïncident avec les accidents aigus des maladies chroniques.

La recrudescence des morts subites s'explique donc de la même manière que la recrudescence des accidents aigus au cours des maladies chroniques, c'est-à-dire par le fréquent passage de taches solaires provoquant un déséquilibre momentané des appareils régulateurs de la vie, comme elles provoquent le déséquilibre des appareils télégraphiques et téléphoniques.

S. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Métallurgie

Triage des tournures. — En employant une installation magnétique pour séparer le fer et l'acier des tournures de métal Monel, la Société Générale d'Electricité à Schenectady gagna environ 20.000 dollars par an dans cette récupération. Chaque année, on ramassait environ 20 tonnes de tournures de métaux mélangés et l'on n'avait aucun moyen de séparer le métal Monel précieux, de la fonte et de l'acier qui n'ont aucune valeur. Ces tournures étaient vendues à raison de 15 dollars par tonne tandis que les tournures de métal Monel pures se vendaient approximativement 300 dollars par tonne.

On avait expérimenté différentes méthodes pour séparer les deux espèces de métaux, mais sans succès. On avait aussi essayé le procédé magnétique, mais sans succès également, car le métal Monel était entraîné par l'aimant. Finalement, on mit un rhéostat sur le séparateur magnétique et réduisit le courant jusqu'à un point où le fer et l'acier étaient encore entraînés mais où le métal Monel tombait. Durant les gelées, il était difficile d'obtenir un triage parfait car l'huile qu'il y avait sur les tournures gelait et agglomérait ensemble les deux métaux. Un ouvrier suggéra de dessécher les tournures sur une tôle disposée au-dessus d'un foyer. L'essai réussit parfaitement. (*Iron Age*, 5-8-26).

E. P.

Électricité

Décharges électriques provenant des chaudières. — Au charbonnage de Chisley (Kend), le 9 février dernier, le contremaître des chaudières en manœuvrant la vanne d'une chaudière, éprouva une commotion électrique. On fit des recherches et on constata que toute la région, sur un diamètre de 2 mètres autour de la vanne, était à un potentiel électrique élevé. Une personne se tenant sur la chaudière et approchant un tourne-vis de la vanne principale provoquait des étincelles de 10 mm. environ. Après avoir continué les recherches, on constata qu'il y avait une petite ouverture dans le surchauffeur de vapeur qui envoyait un faible courant de vapeur sur la vanne principale. La pression était de 10 kgcm². Ce phénomène se produit souvent lors de l'échappement de la vapeur. (*Iron and Coal Trades Review*, 26-3-26).

E. P.

Agronomie

Plante fourragère nouvelle en Australie. — Une plante de marais est signalée, en Australie comme graminée fourragère intéressante c'est *Glyceria aquatica*, Wahlemb, qui a été cultivée avec succès en des endroits où d'autres plantes fourragères ne pouvaient pas se développer. Cette graminée peut donner 125 tonnes en vert par hectare. Sa composition chimique comprend 7,67 o/o de protéine, elle est consommée volontiers par tout le bétail. (*Revue Internationale de Renseignements agricoles de l'Institut de Rome*, II, 1926).

L. R.

Sériciculture

Le ver à soie du ricin. — Il existe un ver à soie qui peut être nourri avec des feuilles de ricin. Ce ver est capable de donner quatre à six récoltes par an et les produits de leur élevage ont retenu l'attention des industriels, dit le *Bulletin de l'Office de Tunisie*, (oct. 1926, p. 160). Des essais d'élevage ont été faits en Palestine et en Algérie et le « Service agricole » de la Cie des Chemins de fer P.-L.-M. a réuni sur le ver à soie du ricin une intéressante documentation.

L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 7 mars 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Polya.* — **Sur un théorème de M. Hadamard relatif à la multiplication des singularités.**

— *P. Tzitzéica* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur un certain système d'équations aux dérivées partielles.**

THÉORIE DES NOMBRES. — *M. Potron* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur les partages d'un système d'entiers en groupes de sommes données.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Beniamino Segre* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les diagrammes de la probabilité.**

GÉOMÉTRIE. — *Paul Alexandroff* (prés. par M. J. Hadamard). — **Une généralisation nouvelle du théorème de Phragmén-Brouwer.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Jacques* (prés. par M. Kœnigs). — **Sur les réseaux dont les tangentes appartiennent à des complexes linéaires.**

HYDRODYNAMIQUE. — *G. Polya.* — **Sur un théorème de M. Hadamard relatif à la multiplication des singularités.**

ÉLASTICITÉ. — *Mesnager.* — **Poutre rectangulaire chargée en un point. Angle sous la charge quand elle devient infiniment longue. Conséquences pour les plaques.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Paul Ferrier* (transm. par M. Paul Painlevé). — **L'oscillateur de Planck.**

— *Nicolas Kryloff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur l'intégration approchée des quelques équations aux dérivées partielles de la Physique mathématique.**

— *Léon Brillouin* (prés. par M. Brillouin). — **La statistique des quanta de lumière (photons).**

MÉTÉOROLOGIE. — *D. Faucher* et *E. Rougetol* (prés par M. Deslandres). — **Contribution à l'étude du mistral.**

Poursuivant leur étude sur la vitesse du vent du Nord dans la vallée du Rhône, les auteurs ont recherché en quelle partie de la vallée, se produit l'augmentation de vitesse. Le tableau qu'ils ont dressé, des mesures de vitesses, montre qu'il y a augmentation très nette entre Saint-Vallier et la plaine de Valence (La Trésorerie) et une différence de vitesse peu marquée entre cette plaine et Mantélimar-Ancône.

SISMOLOGIE. — *Ch. Maurain* (prés. par M. Bigourdan). — **Sur la répartition des tremblements de terre en latitude.**

La statistique donnée par l'auteur comprend : 542 tremblements de terre des années 1914 à 1920 et 1.009 des années 1903 à 1910. Soit 1.551 tremblements de terre qui se répartissent de la manière suivante dans les zones comprises entre les parallèles 0°-10° à 80°-90° :

0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-50°	50° 60°	60°-70°	70°-80°	80°-90°
450	329	244	258	152	87	21	9	1

Leur nombre par dix millions de kilomètres carrés est :

50,8	38,3	30,4	35,4	24,1	17,1	5,6	3,9	1,3

La densité des tremblements de terre est donc d'autant plus grande que la latitude est plus faible.

Il est possible que ces variations aient un rapport avec le mouvement de rotation de la terre, et par conséquent avec la force centrifuge. D'autre part, d'après les travaux de Milne et de F. de Montessus de Ballore, les régions à forte séismicité sont celles où l'évolution géologique paraît être la plus active, ce qui peut conduire à une interprétation reliée à la précédente.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *E. Mathias.* — **Contribution à l'étude de la matière fulminante. Exemples de décomposition spontanée.**

L'auteur examine cinq exemples de décomposition spontanée de la matière fulminante et donne l'explication des phénomènes observés. Il est conduit à cette conclusion que tous les exemples qu'il cite prouvent que quand la matière fulminante se décompose, elle augmente notablement de volume ; elle est donc le résultat d'une combinaison avec contraction de volume. Par suite, l'hypothèse fondamentale de l'explication synthétique de la foudre, qu'il donne, peut être considérée comme solidement établie.

Dans la statistique publiée par le professeur Galli, un seul cas sur 156, est signalé dans lequel on vit, à Belfort, un globe d'environ 2 mètres de diamètre (22 septembre 1803). Les globes de 10 m. et plus qui ont quelquefois été signalés s'expliqueraient s'il s'agissait de matière fulminante décomposée, maintenue sphérique par une pression électrostatique juste suffisante, le globe disparaissant sans explosion lorsque cette contre-pression s'annule progressivement par dissipation de la charge dans l'air ionisé et conducteur.

ÉLECTRICITÉ. — *André Blondel.* — **Sur les procédés de repérage d'alignement par les ondes hertziennes et sur les radiophares d'alignement.**

Avec un dispositif composé de systèmes d'antennes accouplées, on peut réaliser la concentration des ondes hertziennes dans certaines régions de l'espace et faire apparaître par interférence des plans nodaux, c'est-à-dire dans lesquels il ne se propage aucune onde. En 1902, l'auteur avait décrit trois types de tels cadres. En 1909, M. Bellini en avait fait une étude plus complète en employant seulement deux types de cadres, sur ondes courtes de 20 à 100^{m}, pour baliser sur mer et dans l'air, un alignement correspondant au plan nodal. M. Blondel réduit le dispositif à un seul cadre produisant alternativement deux distributions de champ analogues à celles des deux cadres indépendants. On peut remplacer les systèmes à cadres qui ont l'inconvénient d'envoyer des ondes dans tout l'espace, par deux rideaux d'antennes, soit ceux décrits par l'auteur en 1912, soit décrits récemment par M. Mesny, formés d'éléments verticaux et horizontaux réunis tous en série et dont l'un est excité par un oscillateur.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *H. Pélabon* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur les contacts rectifiants.**

L'auteur a étudié, à l'aide d'un appareil qu'il a construit, l'influence de la distance des deux conducteurs d'un détecteur, ou de la pression qu'ils peuvent exercer l'un sur l'autre. Les recherches ont porté sur le système acier-galène qui a permis d'observer deux détections *D i* et *D e* qui correspondent à deux régions (intérieure et extérieure) pour lesquelles la résistance de contact prend des valeurs différentes. Il a pu construire deux courbes : pour les courants continus, $i=f(t)$ et, pour les courants alternatifs, $i=F(t)$. Tous les métaux se comportent comme l'acier quand on les associe à la galène. Pour les contacts métalliques ,la détection *D e* existe seule. Toute réaction chimique capable de faire naître sur la surface de l'un des métaux un composé isolant ne change rien au phénomène, mais si le composé qui apparaît est semi-conducteur, les deux rectifications, mises en évidence par l'auteur, sont de nouveau observables. La détection *D e* que l'on pourrait appeler extra-superficielle existe dans tous les cas.

SPECTROSCOPIE. — *S. Pina de Rubies* (prés. par M. Urbain). — **Sur le spectre d'arc du gadolinium. Mesures faites à la pression normale entre λ 3100 I. A. et λ 2200 I. A.**

L'oxyde de gadolinium qui a servi aux expériences a été préparé par M. Urbain. Il a fourni un spectre dans lequel 250 lignes n'étaient pas encore connues et qui sont énumérées dans un tableau.

RADIOACTIVITÉ. — *H. Jedrzejowski* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur les pouvoirs ionisants du Ra B et du Ra C.**

L'activation libre en vase clos peut seule donner des résultats satisfaisants, toutefois la source ne pouvant être ni chauffée, ni lavée, l'émanation adsorbée par la surface activée peut devenir une source d'erreurs appréciables. Pour tourner la difficulté, l'auteur a utilisé un

appareil décrit par lui dans une Note antérieure (*C. R.*, 182, 1926, p. 1536), puis il a vérifié ses résultats au moyen d'une chambre d'ionisation protégée, du côté dirigé vers la source, par un écran de 25^{mm} de Pb et des autres côtés par une couche de 10^{mm} de Pb. L'action des rayons du Ra B étant ainsi exclue, la courbe corrigée doit se confondre avec la courbe théorique calculée en supposant que Ra C agit seul. On a utilisé comme écrans des plaques d'aluminium dont l'épaisseur était comprise entre 8 et 65^{mm}. Les mesures effectuées ont permis de tracer, en fonction des épaisseurs des écrans, une courbe d'ionisation due au Ra C seul et exprimée en pourcentage de l'ionisation totale.

CHIMIE PHYSIQUE. — *F. Bourion* et *E. Rouyer* (prés. par M. Urbain). — **Détermination, par voie ébullioscopique, de l'affinité relative à la formation des complexes entre les halogénures de cadmium et les halogénures alcalins.**

Les auteurs dans une Note précédente (*C. R.*, 176, 1923, p. 1708) ont fixé par voie ébullioscopique la composition des complexes formés en solution aqueuse par les iodures de cadmium et de potassium et par le chlorure de cadmium, avec les chlorures de potassium, d'ammonium et de sodium. Dans cette nouvelle Note ils exposent les résultats obtenus par l'application de la même méthode à la détermination de l'affinité relative à ces réactions, en utilisant le procédé indiqué par M. G. Urbain, P. Job et Chauvenet (Soc. Chim. phys., 11 juin 1913). Ils démontrent que l'affinité va en décroissant en même temps que le poids atomique, aussi bien dans la famille des halogènes que dans celle des alcalins.

— *H. Devaux* et *E. Aubel* (prés. par M. Brillouin). — **L'adsorption par le verre.**

Le verre est capable d'adsorber les cations (Ca, H, K, Na, NH^4 quinine). Les cations fixés sont déplaçables par d'autres cations; il y a réversibilité.

Sur un verre non fortement décalcifié par un acide ou par un sel alcalin, l'adsorption se réduit sensiblement à une assise simple d'ions Ca : cette adsorption est instantanée. Au contraire, sur un verre fortement décalcifié, il y a pénétration des ions dans le verre; cette pénétration correspond à plusieurs assises d'ions Ca et est fonction du temps.

Le verre adsorbant non seulement à sa surface mais aussi dans sa masse, se comporte donc comme un gel.

— *J.-E. Verschaffelt* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur les chaleurs spécifiques d'une phase condensée suffisamment refroidie.**

L'auteur considère comme inadmissibles les deux propositions émises par M. Perrakis, dans une Note récente (*C. R.*, 184 1927, p. 28) et démontre ainsi que contrairement à ce qu'il a dit, on ne saurait rien conclure en faveur de la thèse de M. J. Perrin.

THERMOCHIMIE. — *Henri Marcelet* (prés. par M. Matignon). — **Chaleurs de combustion de quelques huiles d'animaux marins.**

Ces recherches avaient pour but l'utilisation de quelques huiles d'animaux marins comme carburant dans les moteurs semi-Diesel. L'auteur a obtenu les résultats suivants (Cc=Chaleurs de combustion en cal. gr.; Pi=Points d'inflammabilité; Pc=Points de combustibilité) :

Huiles	Cc	Pi	Pc
Globicephalus mélas	8700	210°	230°
Delphinus delphis	8998	254	302
Centrophorus granulosus ...	10790	234	260
Centrophorus squamosus	10404	237	273
Centrophorus calceus	10335	220	257
Cetorhynus maximus	9857	207	262
Hexanchus griseus	9491	310	347
Dorosoma nasus n° 1	9030	201	240
Doromosa nasus n° 2	8940	305	347
Hydrocarbure extrait des huiles de cantrophore			
Squalène	10772	195	245

Les pouvoirs calorifiques les plus élevés sont du même ordre de grandeur que les pouvoirs calorifiques des pétroles.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *A. Travers* et *Jouot* (prés. par M. Matignon). — **Sur le dosage iodométrique de l'ion antimonique.**

On ajoute à une solution chlorhydrique de trichlorure d'antimoine, de l'iodure de potassium en proportion 1 Sb Cl^3 pour 3 KI; on concentre dans le vide, il se sépare un corps rouge groseille qui a pour formule :

$$Sb\ Cl^3\ 3\ KI,\ 1{,}5\ H^2O$$

et qui est décomposé par HCl concentré en donnant une solution incolore. La dissolution dans l'acétone laisse précipiter le triodure d'antimoine par suite de la réaction :

$$Sb\ Cl^3 + 3\ KI = SbI^3 + 3\ KCl$$

Pour rendre la réaction complète, il faut supprimer du champ de l'équilibre un des produits obtenus.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Ch. Courtot* et *C. Vignati* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Recherches dans la série du fluorène.**

Les auteurs employant la méthode décrite par R. Geoffroy en 1925 pour la préparation du 2-chlorofluorène, ont préparé le bromofluorène et l'iodofluorène.

Par nitration, en milieu acétique, ils ont obtenu le 2-bromo-7-nitrofluorène ou 2 nitro-7-bromofluorène, les positions 2 et 7 étant équivalentes.

— *André Meyer* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur la sulfonation de l'anthraquinone en présence du mercure.**

Dans une Note antérieure, (*C. R.*, 183, 1926, p. 519), l'auteur a montré que contrairement à l'opinion de Martinet et Roux, le mercure est nécessaire pour réaliser la transposition de l'acide α anthraquinone sulfonique en acide β. Dans cette nouvelle Note il montre expérimentalement la réalité de l'hypothèse qu'il avait émis alors pour expliquer cette migration qui s'effectue en milieu sulfonique par une hydrolyse préalable de l'acide α et par une sulfonation ultérieure de l'anthraquinone qui en résulte.

D'autre part, ses expériences n'ont pas, non plus, confirmé les indications de Martinet et Roux qui avaient affirmé qu'en sulfonant l'anthraquinone à 160°, en présence de Hg, on obtenait l'acide β avec un rendement supérieur et plus rapidement qu'en l'absence de catalyseur. En réalité, la majeure partie du produit de sulfonation est constitué par de l'acide α-monosulfonique, à côté d'acides disulfoniques 1.5 et 1.8 d'une petite quantité d'acide trisulfonique. Il n'a pas été possible de démontrer l'existence en quantité appréciable d'acide β monosulfonique.

L. Franchet.

CYTOLOGIE. — *P. Martens* (prés. par M. Guignard). — **La structure vitale du noyau et l'action des fixateurs.**

L'auteur a étudié, sur le vivant, la structure du noyau végétal au repos, d'une part, sur de jeunes ovules d'Orchidées, d'autre part, sur les styles plumeux de diverses Graminées.

Dans son ensemble, le noyau vivant a un aspect *filamenteux-réticulé*. L'auteur a toujours pu mettre en évidence la membrane nucléaire.

A part un très léger gonflement du noyau, le fixateur (liquide de Benda ou picroformol de Bouin) n'entraîne aucun bouleversement, aucun déplacement des éléments figurés qu'il contient.

BOTANIQUE. — *A. Guilliermond* (prés. par M. Marin Molliard). — **Observations cytologiques et taxinomiques sur les Levures du groupe des Sporobolomyces.**

Les recherches de l'auteur démontrent que les cellules des *Sporobolomyces* ne renferment à tous les stades de leur développement qu'un seul noyau et qu'il ne se produit par conséquent dans les cellules mères qui produisent les conidies aucune karyogamie. Elles ne confirment donc pas le rapprochement établi par Kluyver et van Niel entre ces Levures et les Hémibasidiées et l'on doit conclure qu'il n'existe en réalité que des ressemblances superficielles entre le mode de formation des conidies des *Sporobolomyces* et celui des basidiospores.

MYCOLOGIE. — *J. Szymancek* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Quelques observations sur la morphologie du mycélium et des suçoirs du *Phytophthora infestans* dans le tubercule de pomme de terre.**

Ces suçoirs présentent les formes les plus diverses : forme de massue (simple ou double), forme de crochet, voire même forme de tire-bouchon; quelquefois ils sont pourvus d'appendices qui ressemblent aux suçoirs du même parasite dans les tissus foliaires décrits par certains auteurs.

Le mycélium, en général, est moins chromophile que la membrane cellulaire de l'hôte, tandis que les suçoirs à parois très épaisses et à canal très étroit se colorent avec intensité.

— *Boodan Varitchak* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur le développement des périthèces chez le *Cordyceps militaris* (Linn.) Link.**

L'auteur fait remarquer que c'est la première fois qu'on a suivi le développement des périthèces chez un représentant du genre *Cordyceps*. Etant donné qu'en dehors des jeunes asques il n'a constaté ni fusion nucléaire, ni même passage de noyaux de l'un des organes initiaux dans l'autre, il lui semble qu'on peut appliquer aux *Cordyceps* les idées générales formulées au sujet des Ascomycètes à périthèce simple.

ENTOMOLOGIE. — *P. Cappe de Baillon* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **La descendance des monstres doubles de Phasmides. Origine des intersexués.**

Les caractères tératologiques des monstres doubles ne se transmettent pas à leur descendance. Mais de ce que les tares purement morphologiques ne sont pas héréditaires, il s'ensuit nullement que les descendants des monstres doubles soient normaux. La descendance directe des montres doubles du *Carausius morosus*, la seule qui ait été suivie, comporte un très grand nombre d'intersexués quand elle n'en est pas entièrement composée. Les intersexués, à de rares exceptions près, sont des femelles légèrement masculinisées, caractérisées par un rétrécissement notable du thorax et une pigmentation rougeâtre plus ou moins étendue du mésosternum, du métasternum et du métanotum.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Maurice Fontaine* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur la compressibilité comparée du sérum et des globules du sang de cheval.**

Le sérum du sang de cheval est moins compressible qu'une solution isotonique de chlorure de sodium. Le sang complet est moins compressible que le sérum du même sang. Une suspension de globules dans une solution de chlorure de sodium isotonique au sérum est d'autant moins compressible qu'elle est plus riche en globules.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Roger Douris* et *Georges Giquel* (prés. par M. d'Arsonval). — **Méthode de différenciation des sérums pathologiques (cancer, syphilis, tuberculose). Sur les caractères du sérum cancéreux.**

La syphylis, la tuberculose et le cancer sont caractérisés par un déséquilibre sérique analogue. Ce déséquilibre peut être mis en évidence par de nombreux réactifs sérologiques de composition complexe. Les auteurs ont pensé à substituer à ceux-ci l'eau distillée. L'addition de cette dernière au sérum à examiner, en abaissant la concentration saline, détermine la précipitation partielle des globulines dont on aperçoit aujourd'hui le rôle important dans les phénomènes d'immunité.

MM. Douris et Giquel ont examiné systématiquement cette action en effectuant des dilutions diverses de façon à étudier l'intensité de la floculation produite, l'influence du temps sur la quantité de précipité formé et les rapports entre cette précipitation et l'état pathologique. Leur technique est longuement exposée dans cette Note.

HISTOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Y. Manouelian* et *J. Viala* (prés. par M. Roux). — *Encephalitozoon Negrii*, **parasite de l'encéphalo-myélite des jeunes chiens.**

La constance des formations que les auteurs décrivent dans la forme nerveuse de la maladie des jeunes chiens, leur analogie avec les *Encephalitozoon cuniculi* et *rabiei*, leur pullulation en dehors des cellules nerveuses et dans les régions du névraxe, où celles-ci sont rares ou totalement absentes, leur présence en quantité considérable dans les glandes salivaires, leur permettent d'affirmer qu'il s'agit d'un parasite spécifique. Aussi, sans nullement préjuger de sa nature, mais seulement pour souligner sa ressemblance avec les *Encephalitozoon cuniculi* et *rabiei*, le désignent-ils sous le nom d'*Encephalitozoon Negrii*.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *A. Borrel* (prés. par M. Roux). — **Étiologie vermineuse de certains cancers.**

Un cas récent a permis à l'auteur de voir sur coupe la tête de *Tænia crassicola* implantée au centre d'un sarcome du foie chez le rat, avec tous ses crochets de fixation. Le sarcome du foie du rat doit donc être considéré comme le premier exemple d'une tumeur cancéreuse incontestable, à étiologie parasitaire démontrée.

Une filaire a été également rencontrée au voisinage ou à l'intérieur de tumeurs cancéreuses de la mamelle chez la souris.

P. GUÉRIN.

Séance du 14 mars 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Georges Bouligand.* — **Sur le principe des singularités positives de Picard.**

— *Paul Lévy* (transm. par M. Hadamard). — **Sur l'itération des fonctions et la notion de croissance régulière.**

— *D. V. Jonesco* (transm. par M. Hadamard). — **Sur une classe d'équations fonctionnelles.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand Gambier.* — **Surfaces ayant un ds^2 de Liouville et leurs géodésiques fermées.**

BALISTIQUE. — *Ernest Esclangon* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur la stabilité des projectiles dans leur mouvement autour de leur centre de gravité.**

ASTRONOMIE. — *V. Nechvile* (prés. par M. Deslandres) — **Sur les courants d'étoiles et sur l'apex solaire.**

OPTIQUE. — *Jean Cabannes* (prés. par M. Cotton). — **La répartition de l'énergie sur les ondes élastiques thermiques au sein d'un fluide et la diffusion de la lumière par les liquides.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Huguenard, A. Magnan et A. Planiol* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur un manographe pour la mesure des pressions rapidement variables et un indicateur pour l'étude des machines thermiques à grande vitesse.**

La trop longue durée de la période propre du manomètre enregistreur et la mauvaise transmission de pressions entre les récipients où elles se produisent et ce manomètre constituent les principales difficultés que l'on rencontre dans l'étude des pressions rapidement variables, telles qu'il s'en développe dans les cylindres à explosion à marche rapide.

Les auteurs ont utilisé pour la mesure des pressions, le manomètre qu'ils avaient créé antérieurement pour leurs accélérographes et qui se compose d'un tube de Bourdon attaché en son milieu, ses extrémités libres agissant sur un miroir par deux lames souples. Le dispositif qu'ils ont imaginé les ont conduits à la construction d'un indicateur pour moteurs à explosion; cet indicateur pourrait fonctionner dans les meilleures conditions de précision jusqu'à une allure d'environ 3000 t. m.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *E. Mathias.* — **Contribution à l'étude de la matière fulminante.**

L'auteur examine plusieurs cas de foudre sphérique chaude, matière fulminante *pure*, sans odeur sans électrisation, qui disparaît sans tonnerre, et de foudre sphérique froide qui disparaît en explosant. L'exemple fournit par l'orage du 19 août 1900, à Maintenay (Pas-de-Calais), montre qu'il s'agissait d'une matière fulminante *impure*, ayant absorbé du soufre et des hydrates de carbone, et qui a explosé parce qu'elle était électrisée. La vapeur d'eau qu'elle émettait formait autour d'elle un vêtement collant maintenu par la pression électrostatique. Cette couche de vapeur d'eau est un écran efficace contre le rayonnement calorifique de la matière fulminante. Suivant l'épaisseur de cette couche, et toutes choses égales d'ailleurs, l'impression extérieure de chaleur peut être presque nulle, faible ou modérée.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *L. Eblé et J. Itié.* — **Valeurs des éléments magnétiques à la station du Val-Joyeux (Seine-et.Oise) au 1er janvier 1927.**

Un tableau donne les valeurs absolues et la variation séculaire des éléments magnétiques. Les chiffres indiqués représentent les moyennes de toutes les valeurs horaires relevées au magnétographe Mascart, pendant les mois de décembre 1926 et janvier 1927; elles résultent de 1488 lectures. La variation séculaire des différents éléments est déduite de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été calculées par le même procédé pour le 1er janvier 1926.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *P. Idrac et R. Bureau* (prés. par M. G. Ferrié). — **Expériences sur la propagation des ondes radiotélégraphiques en altitude.**

Les auteurs se sont proposés d'étudier la propagation des ondes courtes en fonction de l'attitude à laquelle elles sont émises. Le dispositif qu'ils ont employé comporte essentiellement une antenne verticale et un poste émetteur suspendu à deux ballons jumelés, en caoutchouc. A une certaine altitude, l'un des ballons éclate, l'autre joue le rôle de parachute à la descente et de signal à l'arrivée au sol pour retrouver les objets.

Des émissions d'ondes de même longueur (42 mètres) étaient assurées en l'air et au sol. Elles étaient écoutées par de nombreux postes récepteurs. Or, l'expérience a montré que certains postes ont entendu l'onde au sol sans entendre l'onde émise en l'air; d'autres ont entendu l'onde en l'air sans entendre celle au sol. Ces différences dans la propagation des deux ondes ont été observées à faible (10 à 20 km.) et à grande distance (500 km.). Certains postes ont pu suivre l'émission à la montée et à la descente, mais avec des lacunes dont la cause sera recherchée.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Henri Gutton et Jean Clément* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur la propagation des ondes électromagnétiques autour de la Terre.**

L'existence de phénomènes de résonnance dans un gaz ionisé permet de tirer des conclusions relatives à la propagation des ondes autour de la Terre. A l'ionisation des parties basses de la couche d'Heaviside correspond une fréquence moyenne d'oscillation des ondes. Lorsque les ondes courtes s'y propagent, la fréquence du champ électromagnétique est supérieure à celle des oscillations des ions. Le courant de convection produit par les mouvements de ceux-ci est alors en opposition de phase avec le courant de déplacement et produit une diminution apparente de la constante diélectrique. Pour des ondes plus longues, la période de résonance est atteinte. Des ondes plus longues encore ont une fréquence inférieure à la fréquence de résonance; le courant de convection est alors en phase avec le courant de déplacement et produit une augmentation apparente de la constante diélectrique.

De part et d'autre de la longueur d'onde pour laquelle il ya résonance dans le gaz ionisé, les phénomènes qui interviennent lors de la propagation des signaux radiotélégraphiques sont très différents.

MAGNÉTISME. — *Raymond Chevalier* (prés. par M. Brillouin). — **Sur un nouvel oxyde ferrique ferromagnétique.**

On peut obtenir un Fe^2O^3 ferromagnétique à partir de l'hydrate ferreux à condition d'opérer avec des solutions concentrées et en présence d'un excès de soude. Dans les expériences faites par l'auteur, l'agent oxydant fut l'eau oxygénée à 10 volumes environ.

Pour des concentrations données des solutions de soude et de sulfate ferreux, le moment spécifique pris dans un champ donné par l'oxyde ferrique croît d'abord rapidement avec l'excès de soude et tend bientôt vers une limite. Pour un excès donné de soude il croît constamment avec les concentrations des solutions utilisées. Au cours de la réaction, il y a un fort dégagement de chaleur.

Le dosage de la quantité d'eau oxygénée consommée par l'oxydation d'une masse connue d'hydrate ferreux a montré que le stade final est exactement Fe^2O^3.

Un tableau indique les moments spécifiques en C.G.S. quand le champ croît de 0 à 200 gauss environ, puis revient à zéro.

MÉTROLOGIE. — *Albert Pérard* (prés. par M. Cotton). — **Nouvelle étude de quelques radiations du mercure, du Krypton et du xénon en vue de leurs applications métrologiques.**

Les raies étudiées sont : pour le mercure, les raies 435,8—491,6—546,1—577,0—579,1; pour le krypton, les raies 557 et 587,1; pour le xénon, l'étude a porté sur les raies 462,4—467,1 et 473,4, mais en raison de leur peu d'intensité et de leur situation dans la région du spectre, les observations n'ont pu dépasser la différence de marche de 100 mm; elles ont seulement confirmé les longueurs d'onde $462^{m}\mu,4275$—$467^{m}\mu,1225$—$473^{m}\mu,4154$ données par M. W. F. Meggers.

PHOTOCHIMIE. — *Emile Rousseau* (prés. par M. Guignard). — **Sur une actfon spéciale des radiations de l'arc au mercure.**

L'étude faite par l'auteur le conduit à envisager une hypothèse identique à celle qu'a émise J. Lecarme et

relative à la présence d'une radiation solaire inconnue, pour interpréter les résultats de ses recherches faites au Mont-Blanc. Cet auteur avait exposé aux radiations ultra-violettes du Soleil une solution d'acide oxalique pur, additionnée d'une trace de sel d'urane. M. Rousseau, au lieu d'acide oxalique, a employé un réactif beaucoup plus sensible à l'action de la lumière ultra-violette. Ce réactif est composé de : 10 gr. phosphate monocalcique cristallisé, 1 cm³ acide phosphorique pur à 60°, 100 cm³ eau de laurier cerise. Les recherches ont été faites à l'aide d'une lampe à vapeurs de mercure.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Pierre Brun* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les tensions superficielles des mélanges hydro-alcooliques.**

On constate, dans tous les cas examinés, quel que soit le mélange d'alcool considéré, que l'addition d'eau à ce mélange, change peu sa tension, tandis qu'une trace de liquides alcooliques amène des variations considérables de la tension superficielle de l'eau. Donc, si l'on effectue des mesures avec des mélanges riches en alcools, l'influence de l'humidité de l'air est négligeable. Avec des mélanges riches en eau, il est indispensable d'opérer dans une enceinte saturée de vapeurs du liquide que l'on étudie.

CHIMIE MINÉRALE. — *G. Denigès* (prés. par M. Moureu). **Préparation et composition des phospho et arsénio-conjugués céruléo-molybdique cristallisés.**

Le composé phosphamolybdique bleu avait été signalé antérieurement par l'auteur (*C. R.*, 171, 1920, p. 882) qui, dans cette nouvelle Note, indique la méthode qu'il a suivie pour l'obtenir cristallisé. L'analyse lui a permis de lui attribuer comme formule :

$$[4(MoO^3).\ MoO^2]^2\ PO^4H^3 4H^2O$$

C'est un phospho conjugué du bleu de molybdène ordinaire, $4(MoO^3)$, MoO^2, c'est-à-dire un phosphomolybdate de molybdénile.

M. Denigès propose de lui donner le nom de *phospho-conjugué céruléo-molybdique*. Ce composé se forme toutes les fois que MoO^3 est réduit en présence d'ion PO^4.

L'auteur a également isolé un *arsénio-conjugué céruléo-molybdique* semblable par sa composition et ses propriétés, au précédent.

CHIMIE ORGANIQUE. — *N. Maxim* (prés. par M. Béhal). — **Action des dérivés organomagnésiens sur les N — tétréthylphtalamides.**

La N-tétréthylphtalamide et son isomère para, traités par le bromure d'éthylmagnésium, donnent un mélange de cétone-amide et de dicétone. Dans le cas de N-tétréthyl-*o*-phtalamide, il se forme un mélange de cétone-amide et de diéthylphtalide.

Le bromure de phénylmagnésium ne réagit pas sur le N-tétréthylphtalamides.

CHIMIE AGRICOLE. — *A. Th. Schlœsing* et *Désiré Leroux*. — **Influence de la dessiccation et de l'échauffement des sols agricoles sur leur teneur en acide phosphorique soluble à l'eau.**

M. Lebediantzeff a montré que la dessiccation et l'échauffement des sols accroissaient leur fertilité. Les analyses lui ont montré qu'il y avait, dans ce cas particulier, augmentation de certains principes fertilisants, notamment de l'acide phosphorique.

MM. Schlœsing et Leroux ont repris cette étude en ce qui concerne les variations que peuvent apporter la dessiccation et l'échauffement du sol sur le stock d'acide phosphorique existant dans les sols. Ils donnent, dans cette Note, le procédé pour mesurer l'ordre de grandeur véritable de l'accroissement moyen, reposant sur un lavage méthodique des terres, qui les dépouille de l'acide phosphorique soluble à un degré incomparablement plus avancé que la simple digestion dans l'eau telle qu'elle est pratiquée.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Pierre Termier*. — **Que la série cristallophyllienne de la Vanoise et du Mont-Pourri (Alpes de Savoie) est bien d'âge permien ou carbonifère.**

Les terrains métamorphiques de la Vanoise, de la Becca-Motta, de l'Aiguille-du-Midi et du Mont-Pourri sont d'âge permien ou carbonifère. On ne peut d'ailleurs faire le départ, dans cet ensemble cristallophyllien, de ce qui revient au Permien et de ce qui revient au Houiller; l'épithète *permo-houiller* est la seule qui convienne, dès que l'on sort des régions où l'origine détritique est encore visible.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Gabriel Bertrand* et *J. Perietzeanu*. — **Sur la présence du sodium chez les plantes.**

Les dosages ont porté sur 35 plantes ou parties de plantes dont plusieurs ont été choisies parmi celles qui avaient été signalées comme exemptes de sodium. Dans toutes, les auteurs ont trouvé des proportions dosables du métal alcalin. Ces proportions varient d'ailleurs beaucoup d'une espèce à une autre, dans un rapport qui oscille de 1 à plus de 1.000 dans les échantillons analysés

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *E. Bataillon*. — **L'origine de l'Amphiaster de segmentation dans la parthénogenèse des Batraciens, et le problème de la régulation.**

Le rôle de l'inoculation dans la parthénogénèse des Batraciens se précise, conclut l'auteur, et se simplifie singulièrement. Non seulement le matériel importé précipite le gel plasmatique mais l'énergide principale qu'il provoque, aussi rapidement que peut le faire l'élément mâle, a la même histoire que le spermater. Notre type à parthénogénèse, dit M. Bataillon, dégagé des complications inévitables, avec une pareille technique, est celui qui imite le mieux la fécondation. Mais la condition physiologique essentielle d'une régulation paraît bien être la même, au fond, chez la Grenouille et chez l'Oursin.

HISTOLOGIE. — *G. Mangenot* (prés. par M. L. Mangin). — **Notes histologiques sur la Sensitive (*Mimosa pudica* L).**

L'auteur explique le rôle de cellules allongées qui, dans le liber de la Sensitive, sont unies en files par des cloisons perforées de multiples trous très fins. L'existence de plasmodesmes différenciés, unissant des cellules disposées en files ramifiées, signifie que ces cellules sont le siège d'une circulation orientée dans un sens déterminé. Or, ces dispositifs caractérisent ici un végétal réagissant à distance par des mouvements à des excitations. Et l'on peut, dit l'auteur, émettre l'hypothèse que ces synapses ont pour rôle d'assurer la transmission du courant (substances dissoutes agissant comme « excitants », ou flux de nature plus complexe) auquel obéissent les renflements moteurs de divers ordres.

Il paraît indiqué de comparer ces éléments spéciaux du liber de *M. pudica* aux cellules découvertes par Fenner chez *Drosophyllum lusitanicum* et dont la fonction est vraisemblablement, comme vient encore de l'admettre Quintanilha, de transmettre aux glandes sessiles l'excitation intervenue sur les tentacules sensibles.

PHYSIOLOGIE. — *M.* et *Mme Chauchard* (prés. par M. Henneguy). — **Recherches sur les localisations cérébrales chez les Poissons.**

Divers expérimentateurs ont vu que, chez les Poissons, l'ablation des hémisphères n'entraîne pas une modification appréciable de la motilité volontaire, et qu'il faut,

pour occasionner des troubles, détruire les lobes optiques. Ils en ont conclu que les fonctions qui appartiennent, chez les Vertébrés supérieurs, à l'écorce du télencéphale ont leur siège, chez les Poissons, dans les éléments nerveux du tectum des lobes optiques. Les faits exposés dans cette Note sont en accord avec cette manière de voir.

— *Philippe Fabre* (prés. par M. d'Arsonval). — **L'excitation neuro-musculaire par les courants progressifs chez l'homme.**

Les courants électriques à croissance linéaire n'excitent un muscle que si leur pente est supérieure à une certaine pente limite. Afin d'éliminer l'influence de la conductibilité plus ou moins grande des tissus traversés et d'obtenir une constante de temps caractérisant bien l'excitabilité du muscle, l'auteur propose une opération qui fait l'objet de cette Note.

Les propriétés des lampes à deux électrodes ont permis d'établir un appareil assez simple grâce auquel le praticien pourra préciser la Constante linéaire $\left(\frac{\text{seuil}}{\text{pente limite}}\right)$ de l'excitation, sans autre calcul ni mesure, sur le cadran d'un milliampérimètre spécialement gradué à cet effet.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *J. Risler* et *Foveau de Courmelles* (prés. par M. Bazy). — **Sur le choc radiant.**

La lumière sous ses diverses formes peut produire le choc radiant.

Des souris injectées sous la peau, d'une substance fluorescente telle que le violet de méthyle, ont été soumises à l'action de lumières de fréquences croissantes. On constate alors que la rapidité avec laquelle les souris meurent croît avec la fréquence de la lumière d'excitation. La gravité de certains chocs par injection ou ingestions de substances photoélectriques est proportionnelle à l'intensité de la lumière.

Ces phénomènes expliquent le mécanisme des accidents de photosensibilisation dont sont souvent victimes des animaux ayant absorbé au soleil des herbes contenant des éléments fluorescents tels que le trèfle, le millepertuis, A l'ombre, au contraire, ces accidents ne se produisent jamais.

ZOOLOGIE. — *Charles Perez* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Evolution postlarvaire des pléopodes chez les Galathées.**

Chez les Galathées, les deux sexes se distinguent nettement par la nature de leurs pléopodes, mais cette opposition n'est pleinement réalisée que chez les individus adultes. Ce n'est que tardivement que la femelle, arrivant à la puberté, acquiert le type définitif de son sexe, en passant par une période de transformation, où les pléopodes 3 à 5 sont d'aspect intersexué.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *A. Paillot* (prés. par M. P. Marchal). — **Sur la gattine expérimentale du ver à soie.**

La gattine est une maladie infectieuse causée par le *streptococcus bombycis*. Par ses processus réactionnels tissulaires et cellulaires comme par ses caractères pathogéniques, la gattine expérimentale paraît représenter un type d'affection qui diffère nettement de ceux observés jusqu'ici chez les Insectes. Il y a réaction de défense lorsque les microbes sont définitivement immobilisés et perdent leur qualité de parasite : c'est le cas de l'englobement des Streptocoques par les micronucléocytes et, vraisemblablement aussi, par les cellules péricardiales et les cellules trachéales ; mais lorsque la cellule est incapable de retenir les microbes, il y a processus infectieux : c'est le cas des cellules musculaires et des cellules épithéliales de l'intestin moyen.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *René Fabre* et *Henri Simonnet* (prés. par M. L. Guignard). — **Contribution à l'étude de l'hémolyse par action photosensibilisatrice de l'hématoporphyrine.**

Dans les conditions expérimentales où les auteurs se sont placés, la lécithine, en présence d'hématoporphyrine, subit, sous l'influence de l'irradiation, une transformation qui lui confère un pouvoir hémolytique qu'elle n'acquiert pas par l'irradiation simple. Il est possible de séparer de la lécithine irradiée, en présence d'hématoporphyrine, un produit hémolytique.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Les Commissions chargées de juger les concours de 1927 sont ainsi composées :

Mathématiques : *Prix Bordin, Francœur.* — MM. Boussinesq, E. Picard, Appell, Painlevé, Lecornu, Hadamard, Goursat, Borel, Lebesgue.

Mécanique : *Prix Montyon, Poncelet, Boileau.* — MM. Boussinesq, E. Picard, Appell, Sebert, Vieille, Lecornu, Kœnigs, Rateau, Mesnager.

Astronomie : *Prix Lalande, Valz, G. de Pontécoulant, fondation Antoinette Janssen.* — MM. Boussinesq, Emile Picard, Appell, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Puiseux, Andoyer.

Géographie : *Prix Gay, fondation Tchihatchef.* — MM. Guignard, Douvillé Lallemand, Lecomte, Fournier, Bourgeois, Ferrié, Fichot, Perrier.

Navigation : *Prix de six mille francs, Plumey.* — MM. Boussinesq, E. Picard, Sebert, Vieille, Lallemand, Lecornu, Fournier, Bourgeois, Kœnigs, Rateau, Mesnager, Laubeuf, Ferrié, Fichot, Perrier.

Physique : *Prix Gaston Planté, Hébert, Henri de Parville, Hughes, Pierson-Perrin, fondation Clément Félix.* — MM. Boussinesq, Emile Picard, Villard, Branly, Berthelot, Janet, Brillouin, Perrin, Cotton.

Chimie : *Prix Montyon des Arts insalubres, Jecker, fondation Cahours, prix Houzeau.* — MM. Schlœsing, Le Chatelier, Moureu, Lindet, Béhal, Urbain, Bertrand, Desgrez, Matignon.

Minéralogie et Géologie : *Prix Cuvier, Victor Raulin, Joseph Labbé.* — MM. A. Lacroix, Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, L. de Launay, Depéret, Haug, Joubin.

Botanique : *Prix Desmazières, Montagne, Jean Thore, de Coincy, Jean de Rufz de Lavison.* — MM. Guignard, Bouvier, A. Lacroix, Henneguy, Mangin, Costantin, Lecomte, Dangeard, Molliard.

Anatomie et Zoologie : *Prix Da Gama Machado, fondation Savigny.* — MM. A. d'Arsonval, Bouvier, A. Lacroix, Douvillé, Henneguy, Marchal, Joubin, Mesnil, Gravier.

Médecine et chirurgie : *Prix Montyon, Barbier, Bréhant, Godard, Chaussier, Mège, Bellion, Larrey, Argut, Charles Mayer.* — MM. A. d'Arsonval, Guignard, Roux, Henneguy, Branly, Richet, Quénu, Widal, Bazy, Mesnil, Vincent.

Physiologie : *Prix Montyon, Pourat, Philipeaux, Fanny*

Emden. — MM. A. d'Arsonval, Roux, Henneguy, Mangin, Richet, Quénu, Widal.

Fonds Charles Bouchard : MM. A. d'Arsonval, Guignard, Roux, Henneguy, Mangin, Branly, Richet, Quénu, Widal, Bazy, Mesnil, Vincent.

Statistique : *Prix Montyon.* — MM. Boussinesq, Emile Picard, Appell, Lecornu, Lecomte, Borel, d'Ocagne.

Histoire et Philosophie des Sciences : *Prix Binoux.* — MM. Boussinesq, Emile Picard, Appell, Bouvier, Bigourdan, L. de Launay, Berthelot.

Ouvrages de Sciences : *Prix Henri de Parville.* — MM. Emile Picard, Appell, A. Lacroix, Barrois, Hamy, Moureu, Janet.

Médailles Arago, Lavoisier, Berthelot, Henri Poincaré. — MM. Barrois, Hamy, Emile Picard, A. Lacroix.

Prix Gustave Roux, Thorlet, fondations Lannelongue, Trémont, Gegner, Hirn, Henri Becquerel. — MM. Barrois, Hamy, Appell, Guignard, Emile Picard, A. Lacroix.

Prix fondé par l'Etat (Grand prix des Sciences physiques). — MM. A. d'Arsonval, Guignard, Lacroix, Douvillé, Le Chatelier, Henneguy, Termier.

Prix Alhumbert. — MM. Roux, Lacroix, Le Chatelier, Wallerant, Joubin, Mesnil, Molliard.

Prix Lallemand. — MM. d'Arsonval, Bouvier, Henneguy, Marchal, Richet, Joubin, Mesnil.

Prix Maujean. — M. A. d'Arsonval, Roux, Lacroix, Widal, Joubin, Mesnil, Vincent.

Prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques pures et appliquées). — MM. Boussinesq, Picard, Appell, Painlevé, Bigourdan, Lecornu, Borel.

Prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles). — MM. Guignard, Roux, Bouvier, Lacroix, Douvillé, Mangin, Termier.

Prix Parkin. — MM. A. d'Arsonval, Roux, Moureu, Richet, Quénu, Bertrand, Desgrez.

Prix Saintour. — MM. Boussinesq, Emile Picard, Appell, Bigourdan, Baillaud, Kœnigs, Borel.

Prix Lonchampt. — MM. Guignard, Roux, A. Lacroix, Mangin, Richet, Leclainche, Bertrand.

Prix Wilde. — MM. Boussinesq, Emile Picard, Guignard, A. Lacroix, Bigourdan, Kœnigs, Borel.

Fondation Pierre Lafitte. — MM. Bigourdan, Villard, Branly, Berthelot, Brillouin, Ferrié, Cotton.

Fondation Roy-Vaucouloux. — MM. Roux, Richet, Quénu, Bazy, Joubin, Mesnil, Vincent.

— Sont réélus membres de la *Commission supérieure des inventions*, MM. J. Boussinesq, E. Picard, P. Painlevé, Th. Schlœsing, H. Le Chatelier, L. Lecornu, A. Rateau, G. Charpy, L. Lindet, C. Matignon.

Académie de Médecine. — Ont été élus Correspondants nationaux, dans la division de Pharmacie : MM. Astruc (Montpellier) et Gascard (Rouen).

Académie d'Agriculture. — M. Edmond Rabaté, Inspecteur général de l'Agriculture a été nommé Membre titulaire dans la Section de grande culture.

Observatoires. — *Observatoire de Paris.* — Une place d'Astronome titulaire est déclarée vacante. Les candidats ont un délai d'un mois, à dater du 18 mars, pour faire valoir leurs titres. Les déclarations de candidatures doivent être adressées soit au Directeur de l'Observatoire, soit au Ministre de l'Instruction publique (Direction de l'Enseignement supérieur).

— Ont été élus membres du Conseil de l'Observatoire de Paris, MM. d'Azambuja et Giacobini.

— Ont été élus membres du conseil des Observatoires, MM. J. Baillaud, Lambert, Schaumasse et Danjon.

— *Observatoire d'Harvard.* — La succursale de l'Observatoire d'Harvard Collège qui avait été installée à Aréquipa, Pérou, pour l'étude du ciel austral vient d'être fermée. Les instruments, y compris la lunette Bruce de 24 pouces, sont transportés dans le sud de l'Afrique, près de Blœmfontein.

C'est la troisième fois qu'un Observatoire américain s'installe dans le Sud africain. L'Observatoire Yale possède une succursale à Johannesbourg et la Smithsonian Institution a une Station temporaire dans l'Angola.

Commission du Codex. — M. Cavalier, Directeur de l'Enseignement supérieur, est nommé Président de la Commission du Codex, en remplacement de M. Coville, admis à la retraite.

Congrès de médecine légale. — Le XII[e] Congrès de Médecine légale se tiendra à Lyon les 4, 5 et 6 juillet 1927. Le buste du Professeur Lacassagne sera inauguré à la séance d'ouverture.

Congrès de la Pêche maritime. — Le X[e] Congrès des Pêches et Industries maritimes se tiendra à Alger du 23 au 28 avril. Le Congrès comprendra sept sections.

British Muséum. — Sir Sidney F. Harmer, Directeur du Département d'Histoire naturelle, a pris sa retraite le 9 mars. Il est remplacé par M. Charles Tate Regan.

Le nouveau directeur est entré au National History Museum en 1901, en qualité d'Assistant du Département de Zoologie dont il était devenu le Chef en 1921. Son successeur dans ce dernier Département est le D[r] William Thomas Calman.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — Grâce à la libéralité de M. David Weill, l'Université de Paris disposera encore cette année de cinq bourses de séjour de 10.000 francs chacune, dans les Universités de l'Etranger.

Ces bourses peuvent être attribuées soit à des docteurs, soit à des pharmaciens de 1[re] classe se destinant à l'enseignement, soit à des agrégés des divers ordres de l'enseignement secondaire, hommes et femmes (à l'exception des agrégés de langues vivantes).

Les demandes devront être adressées au Recteur de l'Académie de Paris avant le 15 mai prochain. Elles indiqueront l'âge des postulants, leurs grades, leurs services antérieurs et les Universités où ils se proposent de se rendre.

Les bourses seront attribuées par le Conseil de l'Université.

A leur retour, les boursiers devront, conformément au désir du donateur, faire parvenir au Recteur de l'Académie de Paris un rapport d'une quarantaine de pages où ils indiqueront notamment les cours qu'ils auront suivis et le profit qu'ils croiront avoir tiré de leur séjour à l'étranger.

— *Faculté des Sciences.* — La commission des sciences du Comité consultatif de l'Enseignement supérieur public, dans sa séance du 11 mars 1927, a inscrit, sur la liste d'aptitude prévue par le décret du 10 janvier 1922, les candidats ci-après désignés :

Physique. — M. Morand.
Chimie. — MM. Dufraisse, Geloso, Laffitte.
Zoologie. — M. Grassé.
Botanique appliquée. — M. Arnaud.
Botanique. — MM. Gaussen, Loubière et de Puymaly.
Géologie. — M. Piveteau.

— *Soutenances de thèse.* — M. Wolfers a soutenu, le 31 mars, une thèse pour le doctorat ès-sciences sur le sujet suivant : « *Sur quelques nouvelles propriétés de la lumière et des rayons X; rôle des écrans* ».

M. Lejeune a soutenu le 7 avril une thèse sur le sujet suivant : « *Contribution à l'oxydabilité des matières organiques* »

Ecole pratique des Hautes Etudes. — Le laboratoire de Psychologie pathologique (de la 3e section), dirigé par M le Dr Marie, est supprimé.

Le laboratoire de Minéralogie, dirigé par M. Wallerant est rattaché à la 2e section.

Institut d'Optique. — Le 18 mars, M. Herriot, en présence de M. Doumergue, Président de la République, a présidé l'inauguration des nouveaux bâtiments de l'Institut d'optique.

Institut d'Actinographie. — Le nouvel Institut, qui vient d'être inauguré par M. Herriot, est destiné à l'étude des rayons et des radiations au point de vue physique et thérapeutique. Il possède des laboratoires de Physique et de Physiologie et les appareils les plus récents pour l'émission de toutes les radiations actuellement connues. Il possède notamment une plage artificielle pour l'irradiation collective des malades soumis à un traitement d'héliothérapie.

Ecole Polytechnique. — Un emploi d'examinateur des élèves, pour l'analyse, est vacant à l'Ecole Polytechnique.

Les candidats à cet emploi devront adresser leurs demandes au Général commandant d'Ecole, en y joignant un exposé de leurs titres et de leurs services (un imprimé spécial, préparé pour cet exposé, leur sera remis au bureau de la direction des études).

Les demandes devront parvenir au plus tard le 30 avril 1927. Elles seront examinées par les conseils de l'Ecole en vue de la présentation à faire au Ministre.

Ecole navale. — Le programme des connaissances exigées pour l'admission à l'Ecole navale à partir du concours de 1928 vient d'être notablement allégé au point de vue scientifique, allègement qui a porté principalement sur l'algèbre, l'analyse et la physique; la géométrie descriptive et la chimie ont été supprimées. Par contre, les épreuves d'histoire et de géographie ont été rétablies, et le coefficient attribué aux langues vivantes a été augmenté.

La limite d'âge reste fixée à 19 ans au 1er janvier de l'année du concours.

Les jeunes gens qui ont été refusés à la limite d'âge en 1926 et 1927 sont autorisés à se représenter encore une fois au concours suivant respectivement en 1927 et en 1928. En outre, les jeunes gens qui contracteront un engagement dans les équipages de la flotte bénéficieront d'une surlimite de 2 ans.

— Un emploi de Professeur d'électricité générale sera vacant à l'Ecole navale de Brest à la fin de l'année scolaire.

Les Professeurs de physique, candidats à cet emploi, devront faire parvenir au Ministère de la Marine, avant le 15 juin une demande mentionnant leurs titres (brevets, diplômes, travaux, récompenses) accompagnée d'un relevé de leurs services donnant droit à pension. Ils devront s'engager à servir au moins quatre années à l'Ecole navale.

Les titres des candidats seront soumis à l'examen du conseil de perfectionnement des Ecoles de la marine; la nomination sera faite par le ministère de la marine.

Les traitements des professeurs à l'Ecole navale sont les mêmes que ceux des professeurs agrégés des lycées de Paris; ils peuvent avancer d'un échelon tous les quatre ans dans le cadre des professeurs de l'Ecole navale.

Les professeurs de l'Ecole navale peuvent en dehors de leur service normal à l'école, être chargés dans les mêmes conditions que les officiers professeurs à l'Ecole, de faire des conférences ou de faire subir des interrogations dans les Ecoles d'officiers de marine et d'élèves officiers installées à Brest.

Conservatoire National des Arts et Métiers. — Il est créé un enseignement préparatoire de mathématiques comportant un minimum de vingt leçons professées pendant la période d'été. Un maître de conférences sera chargé de cet enseignement.

Les candidats à cette maîtrise de Conférences ont un délai d'un mois à dater du 1er avril pour adresser leur demande, et produire le relevé de leurs titres, au Ministère de l'Instruction publique, Direction de l'Enseignement technique (6e Bureau).

Institut national agronomique. — Les épreuves écrites du concours d'admission à l'Institut National Agronomique auront lieu les lundi 23, mardi 24 et mercredi 25 mai 1927.

Elles seront subies, au choix des candidats, soit à Paris, au manège Guindey, 2, avenue Lowendal, soit en province, dans les hôtels de préfecture d'Alger, Bordeaux, Lyon, Nancy, Nantes, Toulouse.

Le registre d'inscription est ouvert dès à présent et sera clos le 25 avril, dernier délai.

Les demandes des candidats, accompagnées du dossier réglementaire, devront être adressées à M. le Directeur de l'Institut National Agronomique, 16, rue Claude-Bernard, Paris (5e).

Préalablement à l'envoi de ce dossier, les candidats devront acquitter un droit d'inscription de 70 fr. 25, dont la quittance devra être jointe audit dossier.

A défaut de versement par un candidat du droit précité, sa demande d'inscription sera tenue pour nulle et non avenue. Le droit d'inscription ne sera pas remboursé, même en cas d'absence ou d'échec des candidats.

Chaque candidat recevra une lettre de convocation, qui lui sera adressée après la clôture du registre d'inscription.

— Le 20 mars, a eu lieu, dans les Jardins de l'Institut National Agronomique, la remise de Croix de Guerre, par M. le Maréchal Pétain, en présence de M. le Président de la République, de M. Queuille, Ministre de l'Agriculture et des Membres du Gouvernement.

Sur 1.200 mobilisés, élèves et anciens élèves, l'Institut Agronomique en a perdu 322, soit 26,83 o/o. Sur ces 1.200 mobilisés, on comptait, à l'armistice : 7 officiers de la Légion d'honneur et 328 chevaliers, 119 Médailles militaires et 717 Croix de Guerre.

Ecoles nationales d'Agriculture. — Un concours pour douze emplois de Professeur d'agriculture s'ouvrira à Paris, au siège de l'Institut National Agronomique, 16, rue Claude-Bernard, le lundi 30 mai 1927, à neuf heures du matin.

Sont seuls admis à y prendre part, les ingénieurs agronomes (Institut National Agronomique) et ingénieurs agricoles (Ecoles Nationales d'Agriculture), ayant fait leur spécialisation dans la section d'application de l'enseignement agricole. Toutefois, les ingénieurs agronomes et ingénieurs agricoles ayant obtenu leur diplôme avant la promulgation de la loi du 2 août 1918, et pendant une période de cinq ans après cette promulgation, peuvent être admis à se présenter à ce concours, qu'ils

aient fait ou non leur spécialisation dans la section d'application.

Les demandes d'inscription devront parvenir au Ministère de l'Agriculture (Direction de l'Agriculture, 2e bureau), vingt jours au moins avant la date fixée pour l'ouverture du concours.

Une notice fixant les conditions d'admission à ce concours, ainsi que le programme des matières et épreuves, sera adressée aux candidats qui en feront la demande.

— Les épreuves écrites du concours d'admission aux Ecoles Nationales d'Agriculture en 1927 auront lieu les mercredi 1er, jeudi 2 et vendredi 3 juin 1927.

Elles seront subies, au choix des candidats, soit à Paris, au manège Guindey, 2, avenue Lowendal, soit en province, dans les hôtels de préfecture d'Alger, Bordeaux, Lyon, Nancy, Nantes et Toulouse.

Le registre d'inscription sera ouvert le 25 avril et clos le 15 mai 1927, dernier délai.

Les demandes des candidats, accompagnées du dossier réglementaire, devront être adressées à M. le Directeur de l'Institut National Agronomique, 16, rue Claude-Bernard, Paris (5e).

Préalablement à l'envoi de ce dossier, les candidats devront acquitter un droit d'inscription de 50 fr. 25, dont la quittance devra être jointe audit dossier.

A défaut du versement par un candidat du droit précité, sa demande d'inscription sera tenue pour nulle et non avenue. Le droit d'inscription ne sera pas remboursé, même en cas d'échec ou d'absence des candidats.

Chaque candidat recevra une lettre de convocation, qui lui sera adressée après la clôture du registre d'inscription.

Ecole Nationale des Industries agricoles de Douai. — L'avis ci-dessus relatif à l'inscription des candidats aux Ecoles Nationales d'Agriculture, est applicable en toutes ses parties aux candidats de l'Ecole Nationale des Industries agricoles.

La date des épreuves écrites, ainsi que les centres d'examen, sont également les mêmes pour les deux concours.

Ecole Nationale d'Horticulture. — M. Foëx, Ingénieur agricole, Directeur de la Station centrale de Phytopathologie, est nommé Professeur de Pathologie végétale à l'Ecole Nationale d'Horticulture.

— Un concours pour un emploi de Professeur d'horticulture s'ouvrira à Paris, au siège de l'Institut National Agronomique, 16, rue Claude-Bernard, le lundi 30 mai 1927, à neuf heures du matin.

Sont admis à y prendre part les candidats français possédant le diplôme de l'Enseignement supérieur de l'Horticulture (Ecole Nationale d'Horticulture de Versailles) qui justifient d'un stage effectif et complet de deux années consécutives au moins dans un ou plusieurs établissements horticoles, accompli postérieurement à l'obtention de ce diplôme, ou qui occupent des fonctions depuis le même temps dans l'Enseignement agricole. A titre exceptionnel, les candidats ayant été mobilisés durant la guerre pendant deux ans au moins, sont dispensés de tout stage.

Les demandes d'inscription devront parvenir au Ministère de l'Agriculture (Direction de l'Agriculture, 2e bureau), vingt jours avant la date fixée pour l'ouverture du concours.

Une notice fixant les conditions d'admission à ce concours, ainsi que le programme des matières et épreuves, sera adressée à tous les candidats qui en feront la demande.

Ecoles Nationales Vétérinaires. — Un concours d'agrégation sera ouvert à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort le 7 mai 1828 pour le 8e enseignement prévu par le décret du 28 juillet 1925 : chirurgie.

Un concours d'agrégation sera ouvert à la même Ecole, le 14 mai 1928, pour le 2e enseignement prévu par le décret du 28 juillet 1925 : anatomie.

Les Directeurs des Ecoles Vétérinaires donneront tous renseignements utiles sur les épreuves des concours et sur le programme des enseignements considérés.

Institut technique colonial. — La session des cours de jour s'est ouverte le 7 mars (4, rue Volney, Paris 2e).

L'enseignement comprend :

1° *Des cours oraux de jour* d'une durée de quatre mois et demi (2 sessions par an : octobre-février et mars-juillet).

2° *Des cours par correspondance* échelonnés sur 4 ou 8 mois de novembre à Juin.

3° *Des cours du soir* echelonnés du 15 novembre au 15 juin.

Les élèves peuvent obtenir le diplôme d'Ingénieur colonial I.T.C. ou le certificat d'Agent colonial I.T.C.

Nous rappelons que l'Institut technique colonial a été créé pour préparer à la vie coloniale les jeunes Français déjà possesseurs d'une bonne instruction générale et technique et qui veulent s'assurer une activité productive dans les carrières du Commerce, de l'Agriculture, de l'Industrie, des Mines, des Transports ou dans les postes techniques de l'Administration.

Pour tous renseignements s'adresser à l'Institut technique colonial, 4, rue Volney, Paris (2e).

Université de Lille. — *Faculté des Sciences.* — Le Doyen est autorisé à accepter la donation faite par M. Victor Hoérée de 50 francs de rente perpétuelle, ayant pour objet de fonder un prix annuel de 50 fr., dit « Prix Victor Hoérée » consistant en dons d'ouvrages choisis par le lauréat et destiné à un Ingénieur-chimiste, diplômé de la Faculté des Sciences ou, à défaut, à un candidat ayant obtenu le certificat de fin d'études de chimie.

Université d'Alger. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — La chaire de clinique chirurgicale infantile et orthopédie est déclarée vacante.

Un délai de vingt jours à dater du 26 mars est accordé aux candidats pour faire valoir leurs titres. L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

La structure de l'atome (2e supplément à l'ouvrage : *La théorie électrique moderne*), par Norman Robert Campbell; traduit de l'anglais par A. Corvisy. In-8° de 166 pages. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 15 fr.

En vue de compléter son ouvrage sur la théorie électrique moderne, M. Campbell a écrit une monographie où il résume nos connaissances actuelles sur la structure de l'atome. C'est un exposé clair et substantiel qui guidera le lecteur dans le dédale des publications relatives à ce sujet. Après avoir rappelé les résultats expérimentaux qui ont conduit aux théories de Rutherford et de Bohr, l'auteur étudie successivement le noyau, les électrons extra-nucléaires et la combinaison des atomes.

L'ouvrage est excellemment traduit par M. Corvisy.

A. Bc.

La pression de la lumière, par P. Lebedef. Traduit du russe par T. Kousmine. In-8° de 72 pages avec 22 fi-

gures. Librairie scientifique A Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Maxwell avait déduit de sa théorie électromagnétique que la lumière doit exercer une pression sur les corps qu'elle frappe. Pendant longtemps, on n'a pas réussi à constater expérimentalement l'existence de cette pression. C'est qu'en effet les pressions très faibles que subit une ailette, même placée dans un très bon vide, sont masquées par des forces radiométriques et des courants de convection. En prenant de minutieuses précautions, M. Lebedef est parvenu néanmoins à les mettre en évidence et à vérifier les formules de Maxwell. On trouvera dans l'ouvrage que nous signalons l'exposé des expériences par lesquelles M. Lebedef est parvenu à établir la pression de la lumière. A. Bc.

L'Auaptation, par le professeur L. Cuénot. In-16, 420 pages, 82 figures. Collection Encyclopédie scientifique, Doin, éditeur, Paris, 1926.

Sous ce terme d'adaptation, on désigne communément l'ajustement, l'appropriation d'un être vivant aux conditions de l'existence. M. Cuénot commence par bien definir le sujet, et distingue l'accommodation ou adap(tation individuelle; l'acclimatation; l'adaptation spécifique globale; l'adaptation statistique ou éthologique; l'adaptation des organes à leurs fonctions. Avec une compétence peu commune, guidé par le seul souci d'exposer fidèlement les faits, M. Cuénot nous donne une parfaite mise au point de la question, une « des plus difficiles » de la biologie. Aussi, qu'on ne s'attende pas à des descriptions émerveillées des organisations structurales, des faits et gestes miraculeusement adaptés et tendant vers un but; M. Cuénot discute sans parti pris, en savant avisé et quelque peu sceptique.

Et d'abord, dans un être vivant, tout est-il ajusté aux conditions de l'existence? Il y a des organes inutiles, des organes indifférents qui pourraient être autres sans aucun inconvénient; des organes utilisés mais non nécessaires; des organes mal faits et des fonctions nuisibles (dysharmonies). Maints chapitres de biologie, dit M. Cuénot, devront être écrits à nouveau, avec un autre point de vue que celui de l'universelle adaptation. Dans la deuxième partie du livre, M. Cuénot fait un exposé critique des théories qui ont cherché à expliquer les adaptations : lamarckisme, darwinisme, mutationisme. Les deux premières ne sont qu'enchaînement d'affirmations verbales et d'hypothèses; le mutationisme a une armature expérimentale solide, mais il laisse irrésolues la plupart des questions. L'auteur reprend, dans la troisième partie de son livre, sur de nombreux exemples concrets, la valeur explicative des théories proposées. Il s'arrête longuement aux *coaptations* qu'il a particulièrement étudiées : ce sont des ajustements réciproques de deux parties indépendantes, réalisant un dispositif analogue à celui que constitue une lame de couteau se rabattant dans la rainure du manche, ou un bouton avec sa boutonnière. Les coaptations sont très nombreuses chez les animaux, mais quand on songe à leur faible utilité pour l'organisme, on ne s'explique guère leur perfectionnement mécanique. L'embarras du biologiste est tout aussi grand devant certains organes hautement spécialisés, comme les pattes ravisseuses d'insectes, par exemple, qui réalisent un outil admirablement adapté, alors qu'un organe quelconque pourrait tout aussi bien faire l'affaire. C'est un fait impressionnant d'ailleurs que l'on connaît très peu ou pas du tout d'intermédiaires entre l'outil banal, largement répandu, et l'outil très spécialisé.

Dans la quatrième partie, M. Cuénot abandonne les faits pour la *métaphysique de l'adaptation*. L'être vivant, ou la vie tout court a-t-elle une cause finale, donc « un auteur en dehors et au-dessus de toutes choses? » Du finaliste spiritualiste, du mécaniste matérialiste, de l'agnostique enfin qui ne nie ni n'affirme l existence d'un Créateur, lequel voit le plus juste? M. Cuénot ne nous livre pas sa pensée. Mais il dit : « la science ne connaît que les causes naturelles, les enchaînements irréversibles des phénomènes; c'est son domaine positif et particulier, dont elle ne doit pas sortir. Et il ajoute : « c'est de la naïveté de chercher dans les faits scientifiques des arguments contre une foi spiritualiste et l'idée de causalité finale de l'Univers. » A. Drz.

Les champignons de France, par A. Maublanc, secrétaire général de la Société Mycologique de France. 2e édition. Tome I. In-16 de CXXIV + 120 pages avec 96 planches coloriées et nombreuses figures en noir (*Encyclopédie pratique du naturaliste*). Paul Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Il y a seulement cinq ans que j'ai eu le plaisir de présenter aux lecteurs de la *Revue Scientifique* la première édition, si vite épuisée, de cet excellent manuel. L'auteur a eu l'heureuse idée d'en augmenter notablement l'importance de manière à pouvoir y introduire plus facilement tous les faits récemment mis en évidence, multiplier le nombre des espèces décrites et développer davantage les notions théoriques. L'accueil si favorable qui avait été fait à la première édition permet de prévoir quel succès attend la seconde qui comportera deux volumes. Le premier, encore seul paru, permet de juger de l'importance des additions et modifications par lesquelles l'auteur a transformé son ouvrage déjà si apprécié des mycologues.

Chacun des deux volumes contiendra 96 planches en couleurs qui toutes ont été exécutées d'après un nouveau plan avec la perfection qui est d'usage dans l'Encyclopédie pratique du naturaliste. Le champignon a ses différents stades de développement y figure seul; le fond inutile y a été remplacé par des détails anatomiques d'importance capitale : spores au grossissement de 500 diamètres et éventuellement cystides agrandis 250 fois. Dans le tome I on trouve très clairement exposées des notions générales de mycologie parfaitement au courant des plus récentes acquisitions de la science; tout ce qui concerne la classification y a été traité beaucoup plus complètement que dans la première édition. Après l'introduction théorique ce premier volume se termine par l'étude détaillée de la famille des Agaricacées, la plus nombreuse et la plus utile à bien connaître puisque c'est à elle qu'appartiennent les espèces réellement dangereuses. Les autres groupes de champignons supérieurs seront décrits dans le Tome II.

Tous les spécialistes aussi bien que les amateurs souhaiteront certainement que ce dernier volume paraisse très prochainement, car ils auront alors entre les mains, les premiers, le plus scientifique et le mieux au courant des abrégés de mycologie, les seconds, la meilleure des introductions à l'étude approfondie des champignons et le plus pratique des guides pour leurs herborisations.

A. Berthelot.

Quinquina et Quinine, par E. Perrot, Professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris. (*Notice n° 20 publiée par l'Office national des matières premières végétales pour la droguerie et la parfumerie*, juillet 1926). 174 pages, 19 figures. Presses univ. de France. — Prix : 25 francs.

Le Quinquina et ses alcaloïdes, les sels de quinine, ou

particulier, occupent, en thérapeutique, une place prépondérante. Aussi leur production est-elle une question qui préoccupe l'humanité tout entière.

Les écorces de Quinquina, dont les propriétés fébrifuges étaient déjà connues dès le milieu du XVII^e^ siècle, ne provenaient, jusque vers 1885, que d'espèces sauvages croissant sur le versant oriental de la 2^e^ Cordillère des Andes, du 10^e^ degré de latitude nord au 19^e^ degré de latitude sud, à des altitudes comprises généralement entre 1.500 et 3.000 mètres. En raison de la faible étendue de la zone cinchonifère, peu riche d'ailleurs en individus, ces arbres précieux ne devaient pas tarder à disparaître devant la demande croissante de tous les marchés du monde. Mais, de 1830 à 1840, la culture des Quinquinas avait été entreprise aux Indes, dans les Nilgherris, par les Anglais, et à Java, par les Hollandais. Aussi, l'industrie chimique tire-t-elle actuellement sa matière première des arbres cultivés, pour une faible partie dans les Indes anglaises, et, pour la presque totalité, de Java qui produit au moins annuellement 10 millions de kilogrammes d'écorces de Quinquinas à 6 o/o de quinine.

Il va sans dire que la question a été envisagée de l'extension des cultures hors de Java et des Indes, et, en ce qui nous concerne, à la Réunion, à Madagascar, en Indochine. Bien d'autres problèmes se sont également posés, de longues et difficiles études ont été entreprises qui ont donné lieu à une multitude de publications.

Présenter en une monographie claire et concise les résultats dès maintenant acquis, exposer l'état actuel de nos connaissances sur le Quinquina et ses alcaloïdes, tel est le but que s'est proposé l'auteur de l'ouvrage que nous présentons aujourd'hui aux lecteurs de cette Revue, ouvrage aussi attrayant qu'instructif en raison des nombreux clichés et graphiques qui accompagnent le texte.

M. Perrot rappelle, dans une première partie, comment furent découvertes les différentes espèces de Quinquinas, leur aire de dispersion, leur exploitation, et indique les sortes de Quinquinas sauvages que l'on rencontre encore sur le marché, utilisées pour la préparation d'extraits pharmaceutiques, de vins médicinaux ou d'apéritifs. Les alcaloïdes du quinquina, au nombre de plus d'une vingtaine, dont la quinine, découverte en 1820 par Pelletier et Caventou, est le plus important, font l'objet de la seconde partie. Une large part est ensuite réservée à la culture des Quinquinas, aux conditions qu'elle exige et au commerce des quinquinas. Dans une dernière partie, l'auteur montre comment on fabrique la quinine, à quelles influences est soumise sa production et quels en sont les besoins mondiaux pour la lutte internationale contre la malaria (la consommation mondiale de la quinine est actuellement d'environ 450.000 kilogrammes par an).

En raison de l'énorme production des Indes néerlandaises, la raréfaction du médicament sur le marché n'est pas à craindre. « Mais si, techniquement, dit M. Perrot, rien ne s'oppose *à priori* à la culture des Quinquinas dans quelques contrées de notre domaine tropical, qu'on ne se leurre point d'espoirs exagérés. La culture intensive industrielle du Quinquina ne paraît guère possible dans les colonies françaises, qui ne pourront jamais fournir, même après de longues années d'essais méthodiques rigoureusement indispensables, qu'un appoint plus ou moins important à leurs propres besoins ». Il est souhaitable, dans tous les cas, que cette possibilité se réalise et que la France puisse apporter sa contribution à la lutte contre le paludisme dont souffrent des millions d'être humains.

P. G.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Marc Cramer. — Les sucres et leurs dérivés. In-16 de 360 pages avec figures. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 28 fr.

A. Véronnet. — Constitution et évolution de l'Univers. In-16 de 480 pages avec 29 figures. (*Encyclopédie scientifique*), Doin, éditeur, Paris. — Prix : 28 fr.

Dr L. Jaubert. — La cure de soleil. Pourquoi ? Où ? Comment la pratiquer ? In-18 de 300 pages avec figures. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Georges Ray. — Manuel des fabricants de conserves. (Conserves de fruits, conserves de légumes). In-18 de 376 pages avec 168 figures (*Bibliothèque professionnelle*). Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 22 francs.

Dopter et Sacquépée. — Précis de Bactériologie, 3^e^ édition, 2 volumes in-16 avec nombreuses figures. (*Bibliothèque Gilbert et Fournier*). Baillière, éditeur, Paris.

Lt Colonel D. P. Bloch. — La Guerre chimique. In-8° de 119 pages avec 19 figures. Berger-Levrault, éditeurs, Paris. — Prix : 6 francs.

Mme Montreuil-Strauss. — La lutte contre la mortalité infantile. Hygiène sociale de l'enfance. In-18 de 196 pages. Poinat, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

E. C. Aviragnet et J. Peignaux. — Soins à donner aux enfants. 2 vol. in-18 de 188 et 176 pages. Poinat, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Mlle Chaptal. — Morale professionnelle de l'infirmière. In-18 de 160 pages. Poinat, éditeur, Paris. — Prix : 10 fr.

H. Andoyer. — La Théorie de la Lune. In-8° de 90 pages. (*Collection Scientia*). Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 26 francs.

Dr E. B. Leroy. — Les visions du demi-sommeil (Hallucinations hypnagogiques). In-16 de 206 pages. (*Bibliothèque de Philosophie contemporaine*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix 12 francs.

A. Cresson. — Les courants de la pensée philosophique française. 2 vol. in-16 de 210 et 212 pages. (*Collection Armand Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Maurice Boucher. — Essai sur l'Hyperespace. Le Temps, la Matière et l'Energie, 3° édition. In-8° de 264 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 17 francs.

F. Enriques. — Courbes et fonctions algébriques d'une variable. In-8° de 592 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 140 francs.

N. E. Nörlund. — Leçons sur les séries d'interpolation rédigées par René Lagrange. In-8° de 236 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 56 francs.

E. Beinet. — Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens, établi d'après le Manuel du Répertoire bibliographique universel de l'Institut international de Bibliographie. In-8° de 130 pages. Edité par la *Revue générale de l'Electricité*, 12, place de Laborde, Paris. — Prix : 9 francs.

Jean Granier. — Mesures électriques. In-16 de 200 pages avec 84 figures. (*Collection Armand Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Impr. P. & A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 8 — 65e ANNÉE — 23 AVRIL 1927

LES LOIS PHYSIQUES ET LES PROBABILITÉS

Je voudrais essayer de montrer comment les théories physiques les plus modernes ont leur origine dans une théorie mathématique qui est à la fois l'une des plus curieuses et parfois des plus décevantes : le calcul des probabilités.

Le calcul des probabilités a des origines relativement récentes. Les mathématiques remontent à plus de 20 siècles, tandis que le calcul des probabilités remonte à peine à 3 siècles. Pour les physiciens, une théorie qui remonte à 20 ans est parfois déjà une vieille théorie, mais, pour les mathématiciens, une théorie qui date du XVIIe siècle est encore une jeune théorie.

Au XVIIe siècle, c'est Blaise Pascal qui a été, avec Fermat, un des principaux fondateurs du calcul des propabilités. C'est à propos des jeux de hasard que certains problèmes ont été posés à Pascal, notamment par le Chevalier de Méré. Il est arrivé, ce qui arrive souvent, qu'une théorie mathématique est créée par des esprits qui cherchent simplement à satisfaire leur propre curiosité et il se trouve que ces théories mathématiques sont utilisables dans les applications et se trouvent dans des rapports très étroits avec la réalité ; c'est là un des exemples les plus remarquables de l'harmonie qui existe souvent entre la raison humaine et le monde sensible, harmonie sans laquelle la science serait impossible.

C'est au XVIIIe siècle que s'est développé le calcul des probabilités. Buffon, célèbre par d'autres travaux en histoire naturelle, s'en est occupé, d'Alembert également, mais je citerai surtout Bernouilli qui a énoncé la loi des grands nombres. Cette loi fondamentale est la seule que je voudrais expliquer brièvement, mais avec quelques précisions.

Dans son sens général, on peut la comprendre en observant simplement un phénomène naturel. Il vous est arrivé d'être sur une place pavée au moment où la pluie tombe. Pendant les premiers moments, on a l'impression que les gouttes tombent tout à fait au hasard. Un des carreaux a déjà reçu 3 ou 4 gouttes ; sur le carreau voisin, il n'y en a aucune. Au bout d'un moment, il y a des gouttes un peu partout, de 15 à 20 sur chaque carreau. Si la pluie continue, les pavés finissent par être tous également mouillés. Si quelqu'un disait que l'un des pavés de la place de la Concorde n'est pas mouillé après une forte pluie, on ne le croirait pas ! Eh bien ! ce phénomène très simple est l'énoncé, sous une forme un peu grossière mais exacte, de la loi des grands nombres. Si on laisse aux grands nombres la possibilité de jouer, il s'établit dans le hasard, une sorte d'équivalence. Tous les pavés reçoivent à peu près la même ration de gouttes, bien qu'aucune goutte d'eau ne soit en quelque sorte destinée d'avance à un pavé particulier.

Cette loi des grands nombres peut s'énoncer sous une forme arithmétique assez précise, et c'est la seule formule que je donnerai.

Les écarts qu'il peut y avoir dans une expé-

(1) Extrait de la sténographie d'une Conférence faite le 31 janvier 1927 au Conservatoire national des Arts et Métiers, par M. Emile Borel. Cette conférence était la première d'une série de conférences sur la *Physique moderne et ses applications industrielles*.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

rience comme celle-là entre le nombre des gouttes d'eau tombées sur un pavé et le nombre de celles qui sont tombées sur un autre pavé, ces écarts sont grossièrement proportionnels à la racine carrée du nombre de gouttes d'eau tombées en moyenne sur chaque pavé. S'il tombe 100 gouttes, les écarts peuvent atteindre quelques dizaines, ce qui est appréciable. S'il tombe 10.000 gouttes, la racine carrée de 10.000 étant 100, ce sont des écarts de quelques centaines au plus, ce qui est relativement peu par rapport à 10.000. S'il pleut une journée entière et s'il tombe un million de gouttes, la racine carrée d'un million est égale à mille, il y a donc quelques milliers de gouttes en plus ou en moins, ce qui est tout à fait insignifiant par rapport à un million.

Passons à l'étude de certains phénomènes physiques et tout d'abord d'un des phénomènes physiques les plus simples, le mélange de deux gaz différents. Depuis longtemps on a admis que les gaz étaient formés de molécules. Bien que cette opinion ait été basée sur des raisons qui n'étaient pas toujours suffisantes, admettons, avec tous les physiciens modernes, que les gaz sont composés de molécules qui s'agitent constamment dans tous les sens, de molécules qui sont très nombreuses et agitées de mouvements très rapides. Prenons maintenant deux ballons remplis de gaz différents et séparés par un conduit que ferme un robinet. S'il y a de l'oxygène d'un côté, de l'azote de l'autre, et si nous ouvrons le robinet qui les sépare, que va-t-il arriver ? Les molécules qui sont agitées de mouvements incessants, vont se répandre dans tout l'espace qui leur est ouvert. Au bout de quelque temps, il y aura de l'oxygène et de l'azote mélangés à la fois dans les deux ballons, et l'on pourra dire que, lorsqu'on aura laissé durer l'expérience assez longtemps, chaque molécule d'azote ou d'oxygène aura autant de chance de se trouver dans le ballon de droite que de se trouver dans le ballon de gauche. Il doit donc y avoir, si les ballons sont égaux, un nombre égal de molécules d'oxygène dans chacun d'eux.

La loi des grands nombres nous indique que par rapport à cette loi rigoureuse d'égalité, il peut y avoir des différences, mais que ces différences sont relativement extrêmement petites.

Comme il y a, en effet, plusieurs milliards de milliards de molécules, il pourra peut-être y avoir quelques milliards de plus de molécules à droite ou à gauche, mais c'est là une quantité extrêmement faible de molécules, relativement à leur nombre total. Les fluctuations de la composition du mélange seront d'ordre inférieur à un milliardième. Tel est le résultat auquel conduit l'application de la loi des grands nombres à la théorie des mélanges des gaz.

On pourrait trouver un exemple plus simple mais moins frappant, si l'on prenait deux poudres de couleur différentes, des grains de sable blanc et des grains de sable noir. Si nous les mélangons, nous obtiendrons un mélange homogène, qui aura l'apparence grise, et si nous prenons deux portions différentes de ce mélange, elles renfermeront des proportions égales de grains blancs et de grains noirs.

De tels raisonnements permettent ainsi de donner pour certaines lois physiques une explication très intéressante basée sur la théorie des probabilités. Mais en même temps qu'on obtient ainsi une explication des lois physiques, le calcul des probabilités nous fait comprendre le caractère de ces lois. Ce ne sont pas des lois absolument rigoureuses, mais des lois statistiques, approximatives. Reprenons notre exemple des grains ; après que nous les avons agités et mélangés, nous ne pouvons pas affirmer qu'il y a une impossibilité absolue à ce que tous les grains noirs se trouveront d'un côté et tous les grains blancs de l'autre. Si je parie que tous les grains blancs seront à droite, évidemment je fais un pari assez hasardeux. S'il y a 10.000 grains blancs et autant de noirs, c'est un pari aussi hasardeux que serait le pari de gagner 10.000 parties de suite au jeu de pile ou face. On ne peut pas affirmer que ce parti sera sûrement perdu. On a presque la certitude qu'il sera perdu, mais en réalité il n'y a pas une certitude mathématique. Ce n'est pas aussi vrai que 2 et 2 font 4.

Ce caractère statistique de la physique est extrêmement intéressant. Il s'étend à des lois physiques qui sont parmi les plus importantes et notamment à celle que l'on appelle « principe de Carnot », qui consiste en ce qu'on ne peut pas sans dépenser de travail faire passer de la chaleur d'un corps froid sur un corps plus chaud. Si l'on a un litre d'eau à zéro degré d'une part, et un litre à 100 degrés d'autre part, et qu'on les mélange, on obtient deux litres à 50 degrés, mais il n'est pas possible de reconstituer au moyen de ces deux litres, un litre à zéro degré et un à 100 degrés. Il y a là un phénomène tout à fait analogue au phénomène du mélange des grains blancs et des grains noirs, et au mélange des molécules de deux gaz différents.

Mais, ce qu'on ne peut pas faire volontairement, on pourrait concevoir que le hasard le fasse, on pourrait concevoir avec le physicien anglais Jeans qu'en mettant de l'eau sur le feu, au lieu de se mettre à bouillir, elle se transforme en glace ; seulement c'est là un phenomène hautement improbable. Si l'on veut se faire une idée de son impossibilité, il faut employer une comparaison : supposons que nous ayons un très grand nombre de machines à écrire, que nous dressions une armée de singes à taper sur ces machines, et que nous recueil-

lions tous les papiers qu'ils auraient ainsi écrits au hasard ; on peut dire qu'il n'est pas impossible que ces singes reconstituent ainsi tous les livres de la Bibliothèque Nationale. Nous sommes tous d'accord pour penser que cela n'arrivera pas, mais nous ne pouvons démontrer qu'une telle reconstitution est logiquement absurde.

C'est exactement la même probabilité qu'il y a pour que, en mettant de l'eau sur le feu, elles se transforme en glace au lieu de se mettre à bouillir. Ce n'est pas impossible, c'est tout aussi improbable que le miracle des singes dactylographes reconstituant tous les livres de la Bibliothèque Nationale en tapant au hasard.

Nous saisissons quelle est, au point de vue philosophique, la différence très grande entre une loi physique et une loi mathématique ; celle-ci est une conséquence absolument rigoureuse des axiomes mathématiques ; dans la loi physique au contraire, si improbable que soit l'hypothèse contraire, il y a tout de même une petite porte ouverte à la réalisation de cette hypothèse.

Ces mêmes questions se présentent dans d'autres théories physiques, et notamment dans les théories de la radio-activité.

Nous savons que ce phénomène, qui joue un rôle important non seulement en physique, mais en thérapeutique, ce phénomène de la radioactivité consiste essentiellement dans la décomposition spontanée de certains atomes en autres atomes de natures différentes. On a essayé d'étudier les lois de cette décomposition, et l'on est arrivé à savoir que chaque atome à un moment donné, a une probabilité qui est toujours la même, d'exploser, ou, si l'on préfère, de se casser. On peut dire que cette mort de l'atome se produit avec des chances égales à tous moments. Les atomes ne vieillissent pas. Il en est pour eux comme il en est pour certains corps manufacturés, le verre, le cristal. Dans un grand restaurant, les serviettes de table s'usent et vieillissent, les verres se cassent mais ne vieillissent pas. La mort des serviettes ne se produit pas du tout de la même manière que la mort des verres. Le fait pour un verre d'avoir vécu longtemps, n'augmente pas du tout la chance pour qu'il se casse. Il a toujours autant de chance de se casser, qu'il soit jeune ou qu'il soit vieux. Il en est de même pour les atomes radioactifs. Cette loi permet de déterminer d'une façon précise, en appliquant les méthodes régulières du calcul des probabilités, les règles d'après lesquelles se décomposent les substances radioactives.

C'est donc sur les probabilités qu'est basée l'étude des atomes radioactifs, et ceci a une très grande importance, car ces atomes radio-actifs renferment en eux des quantités prodigieuses d'énergie ; si par un moyen quelconque on arrivait à libérer cette énergie, ce serait là un service absolument formidable rendu à l'humanité. Ce serait là le moyen d'augmenter encore les progrès accomplis grâce à la vapeur, à l'électricité ; pour obtenir les objets nécessaires à la vie et au bonheur de l'humanité, il faudrait demander de moins en moins de travail humain. Pour libérer cette énergie des atomes radioactifs, il faudrait pouvoir faire varier la probabilité de leur décomposition, probabilité considérée jusqu'ici comme rigoureusement constante. Cette probabilité, on peut la mesurer, l'étudier, la connaître. Nous savons donc exactement sur quel point il faut faire porter les recherches et les études, si l'on veut espérer résoudre un jour ce problème de l'utilisation de l'énergie radioactive.

Nous voyons comment la définition même de la probabilité et les principes du calcul des probabilités se mêlent d'une manière extrêmement intime aux problèmes les plus passionnants de la physique moderne.

En terminant, je voudrais indiquer très brièvement comment cette notion de la loi physique apparaissant comme une loi statistique, peut être intéressante au point de vue philosophique.

Au point de vue philosophique, nous devons, dans toutes les recherches scientifiques admettre rigoureusement le déterminisme des phénomènes que nous observons ; sans cette hypothèse du déterminisme, il n'y a pas de science possible ; le savant ne se pose même pas la question de savoir si les phénomènes sont déterminés, puisque s'il se la posait, il ne pourrait pas faire de la science. Nous sommes donc partis, nous et nos ancêtres, pour établir la science, de l'hypothèse du déterminisme des phénomènes, du moins des phénomènes tels que nous les observons à l'échelle humaine.

Cette hypothèse du déterminisme des phénomènes que nous observons, qui sont visibles à l'échelle de l'homme, a servi de base aux études sur la physique moléculaire. Ces études nous ont montré que ces phénomènes dépendent de phénomènes infiniment plus petits, de phénomènes qu'on observe à l'échelle moléculaire.

Comment a-t-on pu soumettre au calcul ces derniers phénomènes ? On a tout naturellement procédé de la manière suivante : on a admis que les règles de la mécanique vraies à l'échelle humaine, s'appliquaient aussi à cette échelle moléculaire (1). On a donc transporté à l'échelle moléculaire le déterminisme que nous admettons à notre échelle, et voici la conséquence presque

(1) Les études récentes sur la nouvelle mécanique ondulatoire n'impriment pas ces considérations, mais conduisent à la même conclusion générale, en ce qui concerne la substitution des lois statistiques aux lois rigoureuses et absolues.

paradoxale en apparence, à laquelle on a été ainsi conduit : le déterminisme moléculaire que nous avons admis par analogie avec le déterminisme à l'échelle humaine, n'entraîne pas du tout comme conséquence ce déterminisme à l'échelle humaine ; au contraire, il laisse une toute petite possibilité pour que les phénomènes à notre échelle ne soient pas rigoureusement déterminés au sens mathématique du mot. C'est là un fait très curieux qui mérite qu'on y réfléchisse.

Il y a une autre contradiction en quelque sorte inverse dans le même ordre d'idées. Nous avons dit que pour étudier les mouvements des molécules, on avait admis que ces mouvements moléculaires étaient soumis aux mêmes lois que les phénomènes mécaniques. Ce sont de ces lois moléculaires, qu'on a déduit les lois physiques. Eh bien ! ces lois physiques, considérées comme lois statistiques, seraient les mêmes si l'on modifiait les lois moléculaires, si l'on admettait qu'un certain nombre de molécules ne se comportent pas exactement comme les autres molécules. Il y a un très large champ d'hypothèses différentes possibles, qui donnent les mêmes résultats à notre échelle ; on pourrait même supposer chez certaines molécules la liberté d'indifférence, au sens le plus naïf de ces mots, sans altérer les lois à notre échelle.

Voilà quelques-uns des problèmes qui se posent dans l'application du calcul des probabilités aux théories physiques. Ces problèmes deviennent encore plus nombreux à mesure qu'on pénètre plus avant dans l'étude des théories physiques les plus récentes, notamment la théorie des quanta qui tend à introduire dans l'étude de l'énergie la même discontinuité que dans l'étude des molécules et des atomes.

Là encore, il y a place pour des considérations empruntées à la théorie des probabilités et, de plus en plus, il semble que la loi la plus générale de la physique soit une forme particulière que l'on peut donner à ce principe de Carnot dont je parlais tout à l'heure, loi qui peut être énoncée ainsi : *l'Univers évolue toujours vers les états les plus probables*, ceux-ci étant caractérisés par un mélange de plus en plus grand des éléments divers. Quand nous juxtaposons de la poudre blanche et de la poudre noire et que nous les mélangeons, il est *probable* que nous aurons un mélange intime. Cette évolution de l'univers vers les états les plus probables suivant une formule qui demande à être précisée, c'est peut-être la loi physique la plus générale.

Emile Borel.
Membre de l'Institut,
Professeur à la Sorbonne.

UNE HEURE AVEC LES SORCIERS (1)

Comment expliquer ces épidémies de démonolâtrie qui ont désolé l'humanité, si nous ne disons l'influence, le pouvoir exercé, durant des siècles, par Satan, Lucifer, ou le Diable, de quelque mot qu'on le désigne, jusqu'au jour où est descendue du trône qu'elle occupait cette majesté aujourd'hui déchue ? Il est peu de monarques dont le prestige ait été aussi considérable, aussi prolongé que celui du Roi des Enfers.

Fig 82. — Jean Wier (1515-1588). — Fut le premier à montrer que les prétendus sorciers étaient des hystériques qu'il fallait enfermer dans des cabanons et non envoyer au bûcher.

Les origines de la croyance au Diable remontent si haut dans le passé, qu'elles se perdent dans la nuit des siècles. On retrouve dans toutes les religions ce dualisme de l'Esprit du bien et de l'Esprit du mal, celui-ci essayant de soustraire à celui-là le plus d'âmes qu'il peut, pour les enrôler dans son armée. Et cette armée, un démonographe, Jean Wier, nous en a fait connaître la composition exacte : elle ne comprend pas moins de 72 ducs, comtes ou marquis et 7.405.928 diablotins ; on ne saurait demander à un statisticien d'être plus précis.

On nous a même conservé les noms des principaux officiers de l'armée infernale, leurs portraits ; et, le croirait-on, l'ouvrage qui renferme ces derniers est tout ce qu'il y a de plus ortho-

(1) Conférence prononcée au Conservatoire des Arts et Métiers, le dimanche 13 mars 1927.

doxe, puisqu'il a été approuvé successivement par l'archevêque de Paris, en 1844 ; par l'évêque d'Arras, en 1862.

Ce qu'il importe surtout de ne pas ignorer, c'est la place qu'a occupée la croyance au diable pendant tout le moyen-âge, et qui s'est prolongée beaucoup plus tard, jusqu'à l'aurore du siècle dernier. C'est surtout du XIIIe au XVe siècle que cette superstition a été à son apogée.

Fig. 83. — Scène démoniaque (d'après Pierre Breughel).

« Du XIVe au XVIe siècle, écrit le professeur Ch. Richet, le culte du diable fait des progrès rapides. Sorciers et sorcières se multiplient si bien, qu'en 1600, il y en a près de trois cent mille en France. Le diable est dépeint, décrit, étudié ; on connaît ses mœurs, ses habitudes, ses goûts, ses antipathies ; on sait comment il vient hanter les corps des malades ; on connaît les formules qu'il faut employer pour le chasser ; on a des moyens sûrs pour reconnaître les sorcières, des procédés efficaces pour les faire parler et des bûchers bien flambants pour les punir. »

C'est inouï, le nombre de malheureux et de malheureuses assurant qu'ils entretiennent commerce avec Satan. Parfois, celui-ci se présente spontanément ; d'autres fois, quand il a été appelé. Dans une heure de détresse, de découragement, on l'a invoqué, il se manifeste aussitôt. Mais ce n'est pas le monstre hideux aux pieds fourchus, à la tête de bouc, popularisé par l'image ; c'est, au contraire, un superbe cavalier, vêtu de velours blanc, une toque noire ornée d'une plume rouge, posée coquettement sur le chef, et dont le Méphistophélès de *Faust* peut donner une idée. D'ailleurs, Satan sait prendre les formes les plus séduisantes pour tenter celui ou celle qu'il veut entraîner à sa suite ; il prendra, s'il est nécessaire, les traits d'une jolie femme, comme dans la Tentation de Saint-Antoine, s'il croit, par cet artifice, plus aisément parvenir à ses fins. Mais c'est le plus souvent par d'autres moyens qu'il conquiert la créature prête à s'abandonner : il fait luire à ses yeux la fortune et le bonheur ; il lui promet une existence de félicité sans fin, pourvu qu'elle s'abandonne à lui sans réserves. Alors, le pacte est signé ; le diable ne se contente pas d'apposer sa griffe (fig. 87) sur une partie du corps de la possédée, ce fameux stigmate dont nous aurons à reparler ; il exige un contrat en bonne et due forme, que la sorcière signera de son sang, et qui à tout jamais l'engagera, la liera à la Divinité infernale.

Il est à remarquer qu'en général, il y a beau-

coup plus de femmes que d'hommes, pour se laisser prendre aux pièges diaboliques. L'explication qu'en donne un auteur ancien vaut d'être connue. Au dire de ce commentateur, la femme ayant été créée de la côte du premier homme est, de ce fait, plus faible que lui ; dans ces conditions, elle sait moins résister aux offres du Tentateur, renie plus facilement ses croyances. Le mot lui-même de femme, *femina*, ne signifie-t-il pas : moins de foi, *fide minus* ? Et le savant exégète qui nous fournit ces explications, attribue généreusement à la femme trois vices fondamentaux : l'infidélité, l'ambition et

Fig. 81. — Le Sabbat, par Goya

la luxure. Un autre porte un jugement plus juste en disant, que par suite de leur nature, sensible et ardente, les femmes bonnes sont excellentes, et les femmes mauvaises sont exécrables.

Quelle qu'en soit la raison, il est un fait indéniable, c'est que le nombre des sorcières fut toujours de beaucoup supérieur au nombre des sorciers : il suffit de parcourir les procès de sorcellerie pour constater ce fait ; et si les femmes sont en majorité parmi les inculpées de ce crime, poursuivi jadis avec une impitoyable rigueur, c'est que beaucoup d'entre elles sont victimes de leur imagination, surexcitée par leur tempérament ; elles sont, par suite, plus sujettes aux hallucinations maladies ; puis, parce qu'elles sont plus disposées que les hommes à satisfaire des jalousies, des vengeances, des haines personnelles.

Les malheureuses, pour peu qu'on les y contraignît, et la torture était là pour leur arracher ce qu'elles refusaient de dire, finissaient par confesser même des forfaits imaginaires, racontant, par exemple, qu'elles étaient allées au sabbat, s'y étaient livrées aux plus honteuses débauches, et ces aveux s'accompagnaient d'un luxe de détails qui étaient bien de nature à impressionner des juges déjà prévenus.

Ici, une question se pose, dont nous ne prétendons pas apporter la solution définitive, mais que nous espérons contribuer à éclaircir, en l'étudiant de bonne foi et sans jugement préconçu : le sabbat a-t-il existé ? Les descriptions qu'ont données les prétendus témoins de ces scènes fantastiques, sont-elles le fruit d'imaginations délirantes et ne reposent-elles sur aucune base réelle ?

Avant d'entrer dans la discussion, il convient de bien définir ce qu'on entendait par *Sabbat*. Nous emprunterons cette définition à un des historiographes les plus autorisés de la sorcellerie, « On appelait Sabbat, écrit Ch. Louandre, les assemblées que les sorciers tenaient la nuit, sous la présidence du diable, pour célébrer les rites les plus mystérieux de leur art infernal, rendre hommage à leur maître, et se livrer entre eux à tous les emportements de leurs passions ». L'antiquité a-t-elle connu le Sabbat ? Il y semblerait, si nous en croyons ce qu'en ont dit Pétrone et Apulée, et en particulier Horace, qui parle, dans ses *Odes* et ses *Epîtres*, des infâmes manœuvres auxquelles se livraient les sorcières à la pâle clarté de la lune, et des chœurs mystérieux des nymphes et des satyres. Les sabbats du moyen-âge, s'ils ont existé, ne pouvaient être que le ressouvenir des fêtes de Bacchus et de Priape, des Bacchanales et des Priapées, dont il est superflu de rappeler les dévergondages et des débordements.

C'est à dater du XVe siècle seulement que les secrets du Sabbat ont été révélés, grâce aux dépositions de ceux qui s'accusaient d'y avoir assisté et faisaient le récit des abominations dont ils avaient été les témoins, quand ils n'en avaient pas été les complices.

Les assemblées du sabbat étaient de deux sortes : le *grand Sabbat* réunissait tous les sorciers d'une même nation ; le *petit Sabbat*, tous ceux d'une même ville ou d'un même canton. Le premier se célébrait quatre fois l'an, au renouvellement de chaque saison ; le second, deux fois par semaine (1).

Ces grandes assises, ces « raouts du diable », comme les a nommés spirituellement notre

(1) LOUANDRE, *La Sorcellerie*.

ami G. Lenôtre, se tenaient de préférence au pied d'un arbre séculaire ou d'une potence, dans les carrefours, au fond de quelque bruyère sauvage, au pied des cimetières et des ruines. Pendant l'été, on se rendait de préférence dans les bois (1).

Vous vous rappelez la page de Michelet ; elle est assurément, empreinte de lyrisme ; nous n'oserions assurer qu'elle soit très exacte, mais elle est d'une si belle envolée ! « Représentez-vous, écrit l'illustre historien, sur une grande lande, et souvent près d'un vieux dolmen celtique, à la lisière d'un bois, une scène double : d'une part, vers le bois, le chœur de cette église dont le dôme est le ciel. J'appelle *chœur* un tertre qui domine quelque peu. Entre les deux, les feux résineux à flammes jaunes et de rouges brasiers, une vapeur fantastique. Au fond, la sorcière dressait son Satan, un grand Satan de bois, noir et velu, ténébreuse figure que chacun voyait diversement. »

Michelet ne met pas en doute un seul instant l'existence du Sabbat ; et sans nous dire où il a puisé son information, il établit une différence entre les assemblées démoniaques du Moyen-âge et celles du XVIIe siècle. Au Moyen-âge, c'est la revanche des serfs ; plus tard, ce n'est plus la sombre fête de révolte, sinistre orgie des serfs, des Jacques, communiant la nuit dans l'amour, et le jour dans la mort.

La violente ronde du sabbat n'est plus l'unique danse. On joint les danses moresques, vives ou languissantes, amoureuses, obscènes, où des filles dressées à cela, la Murgui, la Lisalda, simulaient, parodiaient les choses les plus provocantes. Ces danses étaient, dit-on, l'unique attrait qui, chez les Basques, précipitait au Sabbat tout le monde, femmes, filles, veuves (celles-ci en grand nombre). Sans ces amusements, sans le repas, on s'expliquerait peu cette fureur du Sabbat.

Ces repas, du moins au dire de ceux qui prétendent avoir assisté, étaient de véritables festins de Balthazar.

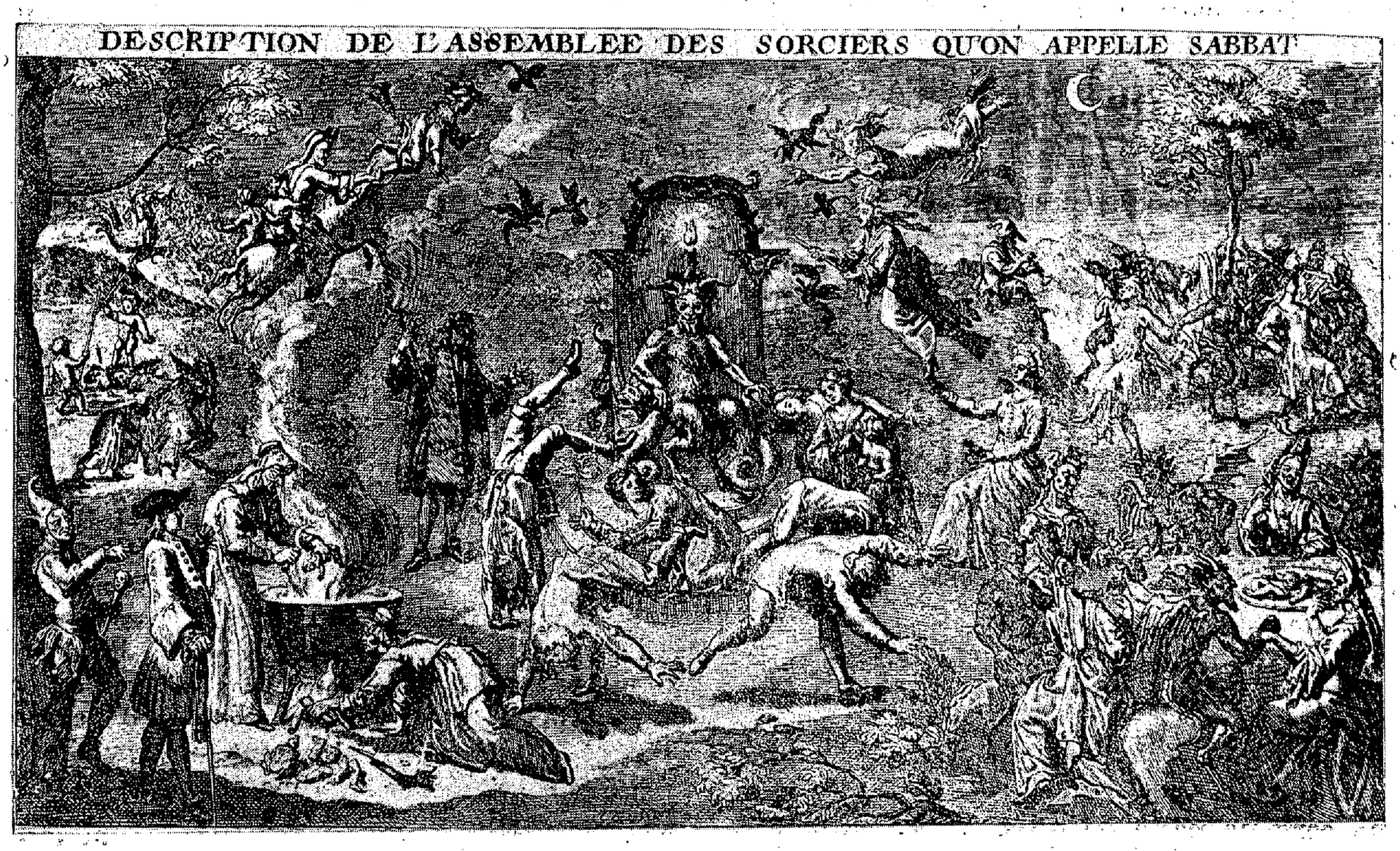


Fig. 85. — Le Sabbat (d'après une estampe du XVIIe siècle).

Les détails que nous donnons sont empruntés aux pièces de procédure ; l'archiviste qui nous les a fait connaître (1) a eu soin de nous en prévenir, il n'a fait que transcrire en langage clair les dépositions et les témoignages apportés devant les juges.

Qu'on se représente le décor auquel la nature a seule pourvu : une vallée profonde, entourée de forêts, arrosée par des sources qui jaillissent à chaque pas du sol. Lorsqu'on s'y promène en plein jour, on ne laisse pas de sentir un froid glacial pénétrer dans les veines ; c'est un endroit sinistre et de sinistre renommée ; ce ne sont pas

(1) Th. Louïse, *De la Sorcellerie et de la justice criminelle à Valenciennes* 30-31.

(1) *Notes pour servir à l'histoire du chapitre de St-Dié : les Sorciers à St-Dié et dans le val de Galilée*, par F. de Chanteau, Nancy, 1877.

des fées qui l'habitent, c'est un coin de terre qui n'appartient même pas à Dieu et où Satan règne seul.

L'assemblée est déjà réunie ; elle se compose de cinquante personnes masquées ; quelquefois il y en a plus de cent, dont beaucoup de femmes, déjà sous prévention de crimes de sorcellerie.

On se met à table, ou plutôt, le sol servant de table, on s'asseoit à terre. Cependant, il en est pour affirmer que les tables se trouvaient, comme par enchantement, fournies des apprêts d'un banquet somptueux (1). La « nappe dorée » était chargée de « toutes sortes de bons vivres, avec pain, sel et vin ». D'autres raconteront que tous les mets qu'on leur a servis étaient fades et sans goût ; ils les comparent à de la viande de chien. Quant à la soupe, elle ne peut être comparée qu'à de la « relavure de vaisselle

Les sorcières les « mieux entendues » assurent qu'on ne sert au Sabbat que « crapauds, chair de pendu, charognes qu'on désensevelit et arrache des cimetières fraîchement mises sous terre ; chair d'enfants non baptisés ou bestes mortes d'elles-mesmes... Si quelqu'un veut porter la main aux bonnes viandes, il ne manie aucun corps solide et ne trouve rien au dessoubs que du vent, sauf de ces méchantes viandes qu'on ne peut manger qu'avec horreur. »

Un mets recherché était le cœur d'un enfant mort sans baptême. En 1609, le sieur de Cessac fit condamner à mort une sorcière du Labourd, prévenue d'avoir fait rôtir une partie d'un enfant. Les témoins disaient lui avoir vu tourner la broche ! Après tous ces morceaux, plus ou moins friands, venait le dessert, qui consistait presque uniquement en un gâteau, dont voici la composition. Il était « fait avec une certaine paste de millet noir, meslé avec de la poudre de foye de quelque enfant non baptisé. » Ces galettes, colportées et vendues aux festins diaboliques, étaient d'autant plus recherchées que, dès qu'on en avait mangé, on avait « le don de silence et de taciturnité », sans que la torture pût vous obliger à révéler ce qu'on avait vu.

Le banquet terminé, commençaient les danses, au son de la flûte et du tambourin. Musiciens comme danseurs étaient masqués. C'était une ronde générale, à laquelle tous prenaient part ; les « boîteux, les estropiés, les vieux décrépis » n'étaient pas les moins ingambes. Chacun n'avait conservé d'autre costume que celui d'Adam et Eve, dans le Paradis. On devine les orgies qui s'ensuivaient. C'était « l'horrible dans le monstreux ».

Le jour va paraître, il faut se hâter ; mais on ne se séparera pas, sans prendre les instructions du maître de céans. Les auxiliaires, ou plutôt les esclaves de Satan, iront porter en tous lieux le mal et la souffrance ; « dans les villes et sur les chemins » répandront les maléfices : ici, soulevant la tempête ; là, faisant tomber la grêle ; donnant le haut mal à l'un, ensorcelant ou nouant l'aiguillette à l'autre ; jetant des poudres et semant du poison dans tous les lieux où ils passent.

Et c'est sur les scènes que nous venons de décrire, sur des faits dont l'invraisemblance saute aux yeux, que s'étayait l'accusation de sorcellerie, qu'on envoyait au bûcher tant de pauvres hallucinés, dont on forçait les aveux, lorsqu'ils tendaient à s'enfermer dans un mutisme trop obstiné !

Tout était-il cependant de pure invention dans les récits dont la concordance ne laisse pas que de frapper ?

Dans les régions les plus éloignées les unes des autres, sous les climats les plus divers, à toutes les époques, du moins jusqu'à l'aurore des temps modernes, on rapporte les choses à peu près de la même façon ; le culte satanique est célébré partout selon les mêmes rites.

Pareil cérémonial était observé en Lorraine et dans les Pyrénées, en Espagne comme en Hollande. Faut-il l'expliquer par une sorte d'épidémie mentale, dont la contagion s'établissait par imitation nerveuse, ainsi qu'on l'observe pour certaines maladies, comme l'hystérie, l'hystéro-épilepsie ? Dans les dépositions recueillies par les tribunaux, à côté de conceptions délirantes, il est des réponses qui dénotent une parfaite lucidité d'esprit ; n'ajouterons-nous pas plus de foi à celles-ci qu'à celles-là ?

Qu'il y ait eu des réunions, des conciliabules secrets, connus seulement des initiés, et soigneusement cachés aux yeux des profanes ; qu'on s'y rendît de très loin, et qu'à côté des gens de la plus basse condition, s'y soient rencontrés des personnages de qualité, protégés par le masque contre toute indiscrétion, la chose n'est pas invraisemblable. Que des paysans opprimés et méditant la révolte se soient réunis pour exposer leurs revendications, se concerter sur les moyens de mettre fin à leur pénible situation ; que ces réunions aient eu, parfois, un but politique, qu'elles aient constitué de véritables sociétés secrètes ; et qu'à mesure qu'on s'écartait de l'idée créatrice, le but de ces réunions se soit modifié, et qu'on s'y soit livré à des écarts condamnables, l'hypothèse est, après tout, soutenable. Mais de là aux divagations des sorcières affolées par l'appréhension des tourments qui les attendaient, il y a loin ! « Lorsqu'il s'agit

(1) *La Chasse aux Sorcières dans le Labourd* (1609), par J. BERNOU. Agen, 1897.

de confessions faites sous la torture, dit fort sensément le professeur Charles Richet (1), est-il possible de leur accorder quelque valeur ? »

Une autre objection a été faite à l'existence de ces réunions nocturnes, et cette objection doit nous retenir : est-il admissible que, durant des siècles, de telles assemblées se soient tenues à maints carrefours, en pleine campagne, à proximité des villes, sans qu'aucun témoin n'en ait surpris les mystères ? Ne doit-on pas s'étonner que jamais voyageur attardé ou braconnier, troupes en marche ou partisans, en aient inopinément franchi le seuil, ni même

Fig. 86. — Sorcière en train de se graisser la jambe avec l'onguent magique, pendant qu'une autre sorcière, qui a procédé préalablement à cette opération, se rend au sabbat par le tuyau de la cheminée. (D'après un livre du XVIIe siècle, d'Abraham Palingh).

entendu les clameurs de ces réunions délirantes ? (2)

Nous ne doutons pas, néanmoins, de l'existence de conciliabules, mais nous pensons qu'ils n'avaient, avec le Sabbat, qu'un rapport très lointain.

Dès le XVIe siècle, magistrats et démonographes avaient été frappés de ce fait, que nombre d'inculpés racontaient avoir préludé à leur départ pour le Sabbat par des onctions avec certaines pommades ; qu'à la suite de ces onctions, ils s'endormaient, et étaient jetés dans une immobilité presque complète ; à leur réveil, ils faisaient le récit des scènes étranges auxquelles ils assuraient avoir assisté, et ils l'accompagnaient de détails si minutieux, qu'on ne doutait pas un instant de leur véracité. Cependant, il se trouva des juges assez avisés pour admettre que Satan ne transportait ses serviteurs qu'en esprit, et non matériellement ; mais, par une déviation de jugement qu'on a peine à comprendre, ils trouvaient ce ravissement en extase plus démonstratif encore que le transport corporel de cette puissance infernale qu'ils rêvaient d'anéantir.

Qu'étaient, au vrai, ces onguents, ces breuvages ou ces philtres, ces narcotiques puissants, capables de produire de tels effets ? On ne peut évidemment, à cet égard, que se livrer à des conjectures ; mais, à en juger par les effets qu'ils produisaient, il est très probable qu'ils étaient à base de solanées vireuses, telles que belladone, jusquiame, ou stramoine ; à moins qu'il ne s'agît du haschich (ou chanvre indien), de la mandragore, ou de ce mystérieux népenthès, dont la recette ne nous a pas été conservée. Ainsi s'expliqueraient ces troubles physiologiques, ces égarements de l'esprit, qui confondaient inquisiteurs et magistrats, mais ne les inclinaient pas, pour cela, à plus d'indulgence et de pitié. Nous savons aujourd'hui que de pareils poisons agissent sur l'intelligence, troublent la vue et les sens et même à doses assez faibles, provoquent une sorte d'ivresse (Ch. Richet).

Fig. 87.
La Griffe du Diable. (D'après le livre de Gilbert de Vos)

A se référer aux aveux mêmes des accusés de sorcellerie, voici comment les choses se passaient le plus ordinairement. Après s'être graissé tout le corps avec cette pommade magique dont nous avons indiqué la composition probable, la sorcière se voyait transportée dans les airs, soit sur un bouc noir, un gros mouton noir ou un baudet, qui se trouvait là comme à point nommé, soit sur un simple manche à balai. La sorcière sortait non par la porte, comme tout le monde, mais par la cheminée. D'autres fois, elle se trouvait métamorphosée

(1) Les Démoniaques d'autrefois (*Revue des Deux-Mondes*).

(2) *Les Procès de sorcellerie et la suggestion hypnotique*, par M. G. Thomas. Nancy, 1885.

en chatte ou en pie, et, sous cette forme, elle était transportée au lieu du rendez-vous, où elle retrouvait ses compagnes et compagnons. Nous avons relaté ce qui se passait dans ces réunions, mais nous n'avons pas tout dit et allons compléter notre relation en nous référant aux dépositions des inculpés.

On ouvrait la séance par une revue, sévèrement contrôlée, des assistants. Chaque entrant devait montrer qu'il portait la marque du diable, dont nous avons parlé. Cette opération accomplie, chacun présentait ses hommages à Satan, trônant sur sa chaire, et revêtant les apparences tantôt d'un bouc, animal personnifiant la luxure, tantôt d'un vieux cyprès décharné

Fig. 88.
Le Baiser du Diable (D'après Gillot, le maître de Watteau).

sur le tronc duquel se dessinait vaguement un visage humain ; tantôt prenant l'aspect d'un jeune homme, ou celui d'un homme grand et noir ; tantôt enfin, d'un âne ou d'un gros chat noir. Il en est qui le représentaient comme « une bête rouge de forme hideuse, avec une longue queue, et tenant en sa gueule un flambeau allumé. » (1)

(1) Procès de Catherine Polus.

Dans ces fêtes, qui étaient un ressouvenir du paganisme, dans ces parodies de la religion et de l'autorité, tout devait se passer à rebours. Les divers membres de l'assemblée, à commencer par les enfants et les néophytes, rendaient hommage au *seigneur*, la tête en bas, les pieds en l'air, le dos tourné vers lui. Ensuite, chaque récipendaire lui était humblement présenté par son diable particulier, en présence de toute l'assemblée ; il prononçait à haute voix la fameuse formule de renonciation à Dieu, à la Vierge, aux sacrements et à tous les saints, et consacrait son âme à Satan. Celui-ci lui imprimait alors, en signe d'investiture, avec l'extrémité brûlante de son sceptre, ou avec l'ongle du petit doigt, la marque indélébile, le *stigma diaboli*. Cette cérémonie terminée, on se préparait par des chants, des danses et des festins à l'orgie du Sabbat (1). A un appel donné, le calme renaissait dans l'assemblée, et d'une voix stridente et courroucée, Satan citait ses sujets à sa barre ; ceux-là étaient félicités, qui s'accusaient du plus grand nombre de méfaits, qui avaient fait mourir le plus de personnes et d'animaux, gâté le plus de récoltes, commis le plus d'abominations. Une sorte d'investiture nouvelle suivait cet interrogatoire ; puis on procédait à la fabrication des poudres et des onguents maléfiques. Au premier chant du coq, les lumières s'éteignaient, la bande se dispersait, chacun regagnait son logis par les moyens mêmes qu'il avait employés pour venir au Sabbat.

Quittons maintenant le domaine de l'illusion et des rêves et pénétrons dans celui de la réalité. Soumettons quelques-unes des « innombrables dépositions qu'il nous a été donné de lire, à une critique raisonnée, et cela fait, nous pourrons formuler une appréciation motivée.

Au commencement du XVIIe siècle, on amène devant le magistrat de Florence une femme, qui s'accuse elle-même d'être sorcière. Malgré les sages remontrances du juge, qui lui démontre l'impossibilité de ce qu'elle allègue, elle maintient ses déclarations, s'offrant à en donner la démonstration, si on lui permet de rentrer chez elle, et de se livrer aux opérations qu'elle a coutume d'accomplir. Le juge consent. Elle se frotte donc d'une certaine drogue, d'odeur repoussante ; elle se couche et ne tarde pas à s'endormir d'un sommeil profond. Ni piqûres, ni coups, ni brûlures ne parviennent à la tirer de sa léthargie. Elle dormit pendant 24 heures, durant lesquelles on n'avait pas cessé de l'observer ; on l'avait attachée sur son lit, pour éviter toute supercherie. Au réveil, elle raconta tout ce qu'elle avait vu au Sabbat, et qu'elle avait très

(1) Th. Louïse, *De la Sorcellerie et de la justice criminelle à Valenciennes*, passim.

bien senti que le diable l'avait piquée et brûlée (1).

Veut-on une « observation » plus scientifiquement prise ? Elle nous est fournie par le philosophe et physicien Gassendi, l'ami de Molière, un des savants les plus estimés de son temps.

Un jour, Gassendi voit une troupe de paysans,

Fig. 89. — Un antre de Sorcière.

très excités, traînant un berger fortement lié et garrotté. S'approchant du groupe, il s'informe de quoi le pâtre s'est rendu coupable. — C'est un sorcier, lui répond-on, que nous menons à la justice. Gassendi parvient non sans peine à se le faire livrer et l'amène chez lui pour l'interroger, en présence de ceux qui l'accusent de sortilèges. Il ne les nie nullement, d'ailleurs, et affirme qu'il se rend au Sabbat tous les soirs, qu'il a fait un pacte avec le diable.

— Tu te l'imagines, lui dit le philosophe ; si tu veux, nous irons ensemble ; comment t'y prends-tu ? Complaisamment, le paysan explique qu'il absorbe une pilule, et que peu après, il est transporté dans les airs par un gros chat noir. Gassendi, après avoir fait semblant d'avaler la pilule qui lui est présentée, s'étend sur un matelas à côté du berger, et ne le quitte pas des yeux. Bientôt il l'entend débiter mille extravagances, rêvant tout haut, comme sous l'empire du cauchemar. Au réveil, le paysan conta, avec les plus grands détails, tout ce qui s'était passé au Sabbat. Il fallut, pour convaincre les incrédules qui doutaient encore, que Gassendi administrât à quelques-uns d'entre eux un breuvage produisant les mêmes effets que la pilule, et fît constater, par ceux qui n'en avaient pas pris, que leurs compagnons n'avaient pas quitté leur lit, pour leur démontrer que tout ce qu'ils avaient entendu était le fruit de l'imagination et du délire.

Toutes ces substances, dont nous avons dévoilé la nature, nous en connaissons aujourd'hui les effets chimiques et physiologiques ; mais les anciens ne les ignoraient pas plus

Fig. 90. — Jeune Sorcière que l'on oint de graisse magique avant qu'elle se rende au Sabbat.

que nous ; ils les constataient seulement, sans les expliquer. Lucien et Apulée, dans l'ancienne Rome et la Grèce antique ; les médecins et les naturalistes de l'époque médiévale, Cardan, Cornélius Agrippa, Porta en savaient la provenance ; ces drogues se débitaient couramment et la

(1) Cf. PORTA, *Magia naturalis*, liv. II, ch. XXVI ; trad. MEYSSONNIEN. Lyon, 1688.

vente des toxiques n'était pas réglementée, comme elle l'est actuellement. « A l'époque où nous sommes, XVIe et XVIIIe siècles, — c'est Michelet qui parle — l'appât du gain avait conduit les apothicaires à préparer toutes ces drogues. Nous l'apprenons par Le Loyer. Ce bonhomme est terrifié de voir que l'on vend maintenant le Diable en bouteilles. Et plût au ciel, dit-il, qu'il ne fût pas si commun dans le commerce ! »

Ce qui paraît le plus incroyable, c'est que même les esprits les plus éclairés aient partagé la crédulité générale, la foi des humbles et des ignorants. Fernel, que sa vaste science a fait surnommer par ses contemporains le Galien moderne ; l'omniscient Pic de la Mirandole, à qui aucune connaissance humaine n'était étrangère ; Ambroise Paré, le père de la chirurgie française, ne doutent pas un instant de la vérité des actes que s'attribuent les sorciers. Seuls, élèveront la voix, et encore bien timidement, Montaigne et Rabelais. Le premier, avec une audace de pensée qui ne lui est pas habituelle, écrira cette phrase, qui aurait pu le mener loin : « ...Après tout, c'est mettre ses conjectures à bien haut prix que d'en faire cuire un homme tout vif... » Rabelais, lui, se contentait de sourire, sans vouloir s'expliquer plus manifestement.

Fig. 91. — La Réception de la Sorcière.

Ces doutes n'étaient malheureusement pas partagés par les défenseurs de l'orthodoxie, et il fut commis d'épouvantables erreurs judiciaires, qu'il serait excessif de vouloir complètement absoudre, sous le prétexte que les juges avaient pour eux la complicité des violences et de la barbarie de leur temps.

La procédure était sommaire. « Dans les procès de sorcellerie, a-t-on pu dire (1), il n'y a plus d'accusateurs ; il n'y a, comme pour les procès de l'Inquisition, que des dénonciateurs.

« Un individu a à se plaindre d'une femme qui l'a injurié, il ne veut pas payer son créancier : il dénonce la femme et le créancier comme soupçonnés de sorcellerie. Le dénonciateur ne risque jamais rien : son nom n'est pas communiqué à l'inculpé. Même en certains pays, l'on plaçait aux églises ou aux maisons communes des troncs destinés à recevoir les dénonciations anonymes... sur ces dénonciations, l'officier public se mettait en mouvement ; souvent même, il ne les attendait pas.... Sur toute dénonciation, sur tout soupçon du ministère public, une *information* est ouverte. On entend toutes les personnes qui peuvent fournir des renseignements sur les inculpés et on consigne avec soin tous leurs dires. Tous les actes de la malheureuse femme soupçonnée — car la proportion des femmes sorcières, par rapport aux hommes, était de 9/10 — tous ses actes sont scrutés avec soin et tout va devenir indice qu'elle est réellement sorcière. On l'a appelée, dans une querelle, sorcière, et elle n'a rien répliqué, elle n'a pas traîné son calomniateur devant les tribunaux : indice sûr. Au contraire, elle s'est hâtée de poursuivre celui qui l'avait injuriée ; elle a voulu détourner les soupçons : indice sûr. On ne voit jamais une femme à l'église : c'est qu'elle s'est donnée au Diable. Elle court sans cesse à la messe : autre indice, car une force irrésistible pousse les sorcières vers l'église... L'information est presque toujours défavorable ; la malheureuse est arrêtée et jetée en prison. »

Une fois la sorcière arrêtée, on accumulait contre elle les preuves. Et d'abord, les présomptions : le sexe ; nous en avons dit les raisons : il y avait 900 sorcières par 100 sorciers.

L'âge était aussi une présomption : les sorcières étaient généralement vieilles — et laides : la laideur était une forte présomption ; vous vous rappelez les sorcières de Macbeth. Mais la beauté ne mettait pas à l'abri des soupçons : il nous suffira d'évoquer Saint Antoine en proie au Démon sous les traits d'une superbe créature.

(1) Nicolas Rémy et la Sorcellerie en Lorraine, à la fin du XVIe siècle, par Ch. Pfister (*Revue historique*, mai-août 1907).

La malpropreté, la pauvreté qui en est si souvent la cause; autant de présomptions !

Voici donc la sorcière enfermée dans un cachot. La description qu'en donne un auteur de la Renaissance est pour donner le frisson.

« D'aucuns sont assis par un si grand froid, que les pieds gèlent et se détachent ; ils demeurent estropiés pour la vie ; d'autres, en l'obscurité, et sans une lueur de soleil, ne savent jamais s'il fait jour ou nuit ; et parce qu'ils ne peuvent

Fig. 92. — Un épisode de la torture ; la question ordinaire: le supplice de l'eau.

remuer pieds ni mains, ils sont mangés par la vermine et les rats. Ils sont mal nourris, joint que le bourreau et ses valets, à toute heure, les raillent et les injurient. Ils ont des pensées lourdes, des mauvais rêves, des frayeurs continuelles. Aussi voit-on de pareilles gens, de patients, sensés et hardis qu'ils étaient auparavant, devenir moroses, impatients, mal courageux et demi-fols ; et a-t-on bien raison de dire : tout prisonnier est malheureux. »

Enfin, l'accusée comparaît devant ses juges ; on procède à son interrogatoire. L'un des échevins lui demande son nom, son âge, si elle sait de quoi elle est accusée. Comme elle garde le silence, le juge expose les charges qui pèsent sur elle, et lui demande d'y répondre. Alors elle se récrie, proteste de son innocence, mais n'avoue rien ; en vain, le juge la tourne et la retourne, essaie de l'embarrasser ou la menace : la plupart persistent dans leurs dénégations ; d'autres, au contraire, dénoncent leur crime avec véhémence, s'en font presque une gloriole : oui, elles se sont données au diable et elles fournissent, avec précisions, des détails sur ce commerce infâme, sachant bien que, par cet aveu, elles signent leur condamnation à mort.

Si la sorcière n'avoue pas, sa situation n'est pas plus enviable. Il y a les épreuves diverses qui l'y contraindront. L'épreuve par l'eau est quasi infaillible : une sorcière, jetée à l'eau,

Fig. 93 — Un épisode de la torture ; la question extraordinaire : le supplice des brodequins.

s'enfonce dans l'eau. Malheur à celles qui ne savent pas nager ! On attachait, hâtons-nous de le dire, une plus grande importance à l'épreuve du stylet. Il s'agissait de rechercher la marque du diable : le bourreau se mettait à la recherche de cette zone d'insensibilité, piquant, brûlant en différents endroits du corps, enfonçant profondément des aiguilles et des stylets dans la chair de la malheureuse, jusqu'à ce qu'elle déclarât ne rien sentir.

L'épreuve du fer rouge, qui consistait à faire tenir à la main par l'accusée un fer ardent, pour savoir s'il produirait ou non une blessure, était employée et considérée comme sûre. L'absence de larmes, fâcheux indice, et qui vous rendait aussitôt suspect : les femmes pleurent facilement ; seules, les sorcières ne peuvent pleurer. Cependant, combien d'hystériques, — et la plupart des sorcières étaient-elles autre chose que des hystériques ? — ont de la propension aux larmes et les répandent à tout propos et souvent hors de propos.

Si l'accusée résistait à ces épreuves, continuait à garder une taciturnité que rien ne pouvait vaincre, on allait jusqu'à lui promettre qu'elle aurait la vie sauve si elle voulait parler, sauf à ne pas tenir la promesse qu'on lui avait faite.

Fig. 94. — Exorcisme d'une possédée

Et si tout cela ne suffisait pas, on avait recours aux grands moyens : les chevalets, le collier, les brodequins, tout l'arsenal des tortionnaires, avec tous les raffinements de la cruauté.

Il y avait la question ordinaire et la question extraordinaire. On se contentait le plus souvent de la question ordinaire ; elle suffisait à avoir raison des plus obstinés.

Elle consistait, d'abord, dans la privation, plus ou moins prolongée, de sommeil ; c'était, ensuite, la suspension par le cou ou les épaules, avec des poids lourds aux pieds. Parfois, la patiente, piquée ou recevant des affusions d'eau glacée sur le dos, s'agitait, et chacun de ses mouvements redoublait ses souffrances; d'autres fois, elle était mise à cheval sur une pièce de bois triangulaire, dont l'un des angles faisait saillie, en même temps qu'on attachait un poids énorme à chaque pied.

Dans l'*estrapade*, on disloquait tous les membres : c'est le supplice qui était infligé aux régicides ; le *collier* consistait à appliquer un garrot au cou, avec des cordes neuves, qu'on serrait graduellement.

Dans tous les procès de sorcellerie, et dans les moyens de torture qui les accompagnaient, il nous est pénible de reconnaître que le médecin avait son rôle. C'était lui qui procédait à l'examen du corps, pour la recherche du *sigillum diaboli*, et qui affirmait que cette anesthésie tégumentaire était le signe manifeste d'une empreinte diabolique. Il ne se bornait pas à constater, il interprétait ! La torture était toujours administrée en présence d'un chirurgien ; celui-ci devait arrêter le bourreau, quand il lui apparaissait que le patient était à bout de forces. On ne devait pas détacher de l'échelle un cadavre ; cela arrivait, néanmoins, quand l'homme de l'art avait donné le signal trop tard.

On ne peut se défendre d'un mouvement d'indignation et d'horreur contre ces formes barbares d'une justice heureusement désuète, et que les progrès de la civilisation ne supporteraient plus désormais. Est-ce à dire qu'il soit impossible de plaider les circonstances atténuantes en faveur des magistrats qui appliquaient les lois avec tant de rigueur ? On s'est apitoyé sur le rôle de la sorcière, « pauvre fille compatissante, qui connaît peut-être les secrets de quelques herbes dont elle fait usage quand un de ses proches tombe malade, et qu'elle conseille à ceux qui ont besoin de ses services (1) ». A

(1) *La Justice et les Sorciers au* XVIe *siècle*, par Dubois. Nîmes, 1880.

entendre ces âmes pitoyables; le rôle de la sorcière aurait été « tout d'humanité et de généreux dévouement ». Il faut en rabattre, et de beaucoup. Combien de fois la *Saga* bienfaisante s'est-elle transformée en empoisonneuse, et que de crimes ont été commis à l'ombre de la sorcellerie ! De là, cette parenté infamante, que le préjugé populaire a longtemps assignée aux sorciers, comme aux empoisonneurs.

« Que de procès dans lesquels on n'a su discerner le sortilège du crime, mais qui révélaient cependant l'emploi de drogues inconnues et meurtrières.... C'est là tout un ordre de faits tenus en leur temps pour œuvres de sorcellerie, et dans lesquels on ne saurait méconnaître la trace d'actes conscients et criminels tout au moins dangereux. »

Oui, nous en convenons, c'est une lamentable histoire que celle de ce passé, et nul plus que nous n'en maudit les horreurs. Mais sachons garder notre sang-froid et ne pas toujours subordonner nos jugements à notre état mental d'aujourd'hui. Il ne s'agit pas de s'écrier : non, ces sorcières ne sont pas des criminelles : les confessions arrachées par la torture ne sont pas des aveux sincères. Elles mentent, pour échapper à d'affreuses souffrances et avouent les crimes qu'elles n'ont jamais commis. Certes, il fut nombre d'entre elles, qui n'étaient que des hystériques, que nous enfermerions dans les asiles et entourerions de soins. Celles-là sont dignes de notre pitié : ce n'étaient pas des criminelles, c'étaient des malades. Mais combien ont commis de véritables crimes de droit commun, qui répandaient du poison sous forme d'une poudre prétendue magique, provoquant des épidémies ou des épizooties meurtrières, semant en tous lieux la maladie et la mort.

Dans les siècles passés, la science n'était pas assez avancée pour permettre de faire la distinction entre les pratiques de la sorcellerie et les empoisonnements. Innocents et coupables étaient confondus par les juges, dont la plupart ont partagé l'erreur de leur temps ; très peu l'ont devancé, parmi les criminalistes et les philosophes.

Félicitons-nous donc de vivre à une époque et dans un pays où ces horreurs ne sont plus possibles, grâce à une science plus éclairée, à une justice plus humaine.

Dr Cabanès.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Février 1927). — *Théorie des fonctions.* 1. M. *Octave Onicescu* complète ses résultats récents sur l'*ajustage* d'un ensemble de valeurs; il montre notamment comment on peut déterminer les λ de manière que $\sum_1^\infty \lambda_i \psi_i(P)$ représente le mieux possible une fonction donnée sur un ensemble contenu dans celui où sont définis les $\psi_i(P)$

2. Examinant les paradoxes sur les ensembles de Russell, Burali-Forti.., M. *Hasso Härlen* en recherche l'origine; il la rattache à un théorème général sur les ensembles, et à l'application du procédé diagonal.

3. M. *Florin Vasilesco* envisage la fonction harmonique $f(P)$ définie à l'intérieur d'un cercle par ses valeurs sur le contour, et il en cherche les limites lorsque P tend vers le cercle d'une manière quelconque; il rattache ces limites à une fonction multiforme, puis il indique diverses conséquences de ce résultat, et notamment un théorème d'unicité sur les fonctions harmoniques.

4. Comme le fait remarquer M. *Gr. Fichtenholz*, l'une des conditions énoncées par M. Kovanko pour l'intégration d'une suite de fonctions est en réalité superflue : c'est ce que l'Auteur avait indiqué déjà en 1918; de plus, il présente un exemple qui paraît en contradiction avec un lemme formulé également par M. Kovanko.

Analyse. 1 et 2. M. *E. Lainé* a étudié une équation aux dérivées partielles du 2e ordre, dont il a fait connaître l'intégrale générale; or, comme il l'indique lui-même, cette équation peut être ramenée à une équation de Moutard par une transformation de Bäcklund. De son côté, dans une Note ultérieure, M. *R. Gosse* ramène l'équation à une équation de M. Goursat par une autre transformation de Bäcklund M. *E. Goursat* fait ressortir les analogies et les différences des deux résultats précédents.

3. Généralisant un théorème de M. E. Picard, M. *P. Noaillon* montre que si $f(M)$ est une fonction harmonique entière telle que pour $p \geqslant 0$ f on ait $f(M) < Ar^p$, elle se réduit à un polynome harmonique de degré $\leqslant p$.

4. M. *Georges Bouligand* signale des courbes planes de Jordan non rectifiables et sur lesquelles on peut cependant répartir uniformément des masses, engendrant un potentiel borné. Il indique encore, notamment, que la méthode de médiation, étudiée par M. Perkins, peut être généralisée, ce qui permet d'étendre le principe de Dirichlet au-delà du cadre des équations aux dérivées partielles.

5. M. *André Roussel* observe que les résultats qu'il a publiés récemment sur les fonctionnelles d'accumulation ont été établis antérieurement par M. Fréchet.

6. Dernièrement, M. *Paul Flamant* avait défini des transmutations linéaires de fonctions analytiques au moyen de symboles $Tx^n = \xi_n(x)$ ayant un domaine d'existence commun. Il applique la transformation aux séries de Taylor, et obtient une formule dont il indique des conditions de validité sous des hypothèses très générales.

7. M. *A. Weinstein* se propose de déterminer les fonctions $U(x, y)$ harmoniques et régulières pour $y(1-y)=0$, et telles que $U=0$ pour $y=0$, $dU=pU$ pour $y=1$. Appliquant notamment des procédés dus à M. Bouligand, il obtient des solutions bornées, périodiques en x et montre que toute solution qui pour $x=\infty$ tend uniformément vers 0, quel que soit y est identiquement nulle.

8. Posant $e_1(x)=e_x$; $e_{p+q}(x)=e_p[e_q(x)]$, M. *Paul Lévy* indique comment on peut définir une fonction $e_u(x)$ croissant régulièrement avec u et coïncidant pour u entier avec les symboles précédents; il présente diverses remarques à ce sujet.

9. Complétant des résultats de M. Mandelbrojt, M. *G. Pòlya* annonce qu'une série à singularités algébrico-logarithmiques sur son cercle de convergence ne peut avoir des lacunes arbitrairement grandes. Il étudie en outre le cas de deux séries, de rayon de convergence égal à 1, et dont les exposants des différents termes constituent deux suites d'entiers complémentaires l'une de l'autre : ou bien l'une des séries a plus d'un point singulier sur le cercle de convergence, ou bien l'autre n'y a aucun pôle.

10. Dans l'équation linéaire

$$s=\sum_{1}^{2}[a_i(x, y)z_i+b_i(x, y)p_i+c_i(x, y)q]+f(x, y)$$

imaginons que z_i représente $z(\omega_i, \pi_i)$ où ω_i et π_i sont des fonctions connues de x et y; on obtient ainsi une équation fonctionnelle que M. *D. V. Jonesco* résout par approximations successives; il démontre à ce sujet divers théorèmes d'existence.

11. Récemment M. B. Segre a rattaché un système du troisième ordre aux dérivées partielles à une équation du second ordre de Laplace. M. *G. Cerf* montre que ce résultat est un cas particulier d'une proposition qui est valable pour des systèmes en involution d'ordre q.

12. Complétant un théorème de M. Fatou d'après lequel on peut changer une infinité de termes d'une série de Taylor, de façon qu'elle admette son cercle de convergence comme coupure, M. *Mandelbrojt* montre qu'on peut obtenir ce résultat de manière que les points singuliers situés sur le cercle de convergence aient tous, pour ordre commun l'ordre de la fonction sur le cercle de convergence.

Géométrie. 1. Soient $A_1, \ldots, A_s$ des ensembles ponctuels appartenant à un espace quelconque; à tout ensemble A_i, M. *Paul Alexandroff* fait correspondre un point a_i; et, de proche en proche, il adjoint aux a_i les tétraédroïdes à k dimensions, de sommets $a_{i_1}, \ldots, a_{i_{k+1}}$ dans le cas où les A_j ont un point commun au moins $(j=i_1, \ldots, i_{k+1})$. Il montre l'importance de ces configurations pour déterminer les propriétés topologiques des ensembles ponctuels fermés et bornés, et, notamment, pour définir leurs nombres de Betti.

3. Dans une seconde Note, l'Auteur étudie les nombres de Betti modulo 2, au sens de M. Alexander; soit $p^r(F)$ le nombre de Betti de dimension r de l'ensemble F, appartenant à l'espace E^n; soit $q(F)+1$ le nombre, fini ou non, des domaines connexes deux à deux disjoints qui forment E^n-F; l'Auteur montre que $q(F)=p^{n-1}(F)$ ce qui entraîne d'importantes conséquences (généralisation du théorème de Brouwer sur l'invariance de la courbe fermée; condition pour qu'un continu soit la frontière commune de tous les domaines connexes qu'il détermine...).

2. M. *W. Slebodzinski* appelle quadrique d'un espace riemannien (V_3) la surface dont les asymptotiques sont des géodésiques de l'espace. Il indique une condition pour qu'une surface soit une quadrique d'un espace riemannien et en donne une application (condition pour que le ds^2 d'un (V_3) riemannien soit réductible au type de Liouville).

Géométrie infinitésimale. 1. M. *Bertrand Gambier* signale un ds^2 qui définit une surface fermée convexe à quatre points singuliers, à antipodes géodésiques. Il serait intéressant de rechercher si la sphère est la seule surface fermée sans singularités, à antipodes géodésiques.

2. M. *Paul Mentré* indique diverses propriétés des quadriques qui se déplacent de manière que leur biquadratique caractéristique soit un quadrilatère gauche; par exemple, l'une des demi-quadriques engendre une congruence W.

Mécanique. 1. M. *de Sparre* observe que dès 1903 il avait introduit la condition de stabilité des projectiles que M. Sugot a attribuée récemment à M. Esclangon; il rappelle en outre quelques-uns de ses résultats antérieurs, en relation avec ceux de M. Sugot.

2. Ce dernier Auteur montre qu'on peut obtenir explicitement, en fonction du temps, les coordonnées de la trace de l'axe du projectile sur un plan perpendiculaire à la tangente.

Mécanique céleste. 1. Répondant à une question posée par les travaux de MM. Hamy, Véronnet et R. Wavre, M. *Pierre Dive* démontre l'impossibilité de concevoir les planètes comme constituées de couches ellipsoïdales homogènes, dans l'hypothèse où le champ de la pesanteur serait normal aux surfaces à densité constante.

2. M. *R. Wavre* rattache l'équilibre relatif d'une masse fluide hétérogène de stratification donnée à la solution d'une équation de Fredholm : il n'y aurait donc que des stratifications et des lois de densité très spéciales qui permettraient le mouvement de rotation de la masse.

Hydrodynamique. M. Oseen a étudié le mouvement limite d'un fluide indéfini dont la viscosité tend vers 0 et qui contient un solide mobile. M. *Henri Villat* montre que ses résultats s'étendent au cas d'un fluide limité. La question exige la résolution d'un problème préalable posé par Hilbert et que l'Auteur élucide en appliquant des formules qu'il a obtenues antérieurement.

Elasticité. M. *Kolossof* montre comment l'introduction de variables complexes conjuguées permet de simplifier la solution de divers problèmes (problème plan, problème de Saint-Venant, ...).

Physique mathématique. M. *Th. de Donder* étend aux systèmes relativistiques continus à f degrés de liberté l'équation fondamentale de quantification de L. de Broglie et E. Schrödinger.

Astronomie physique. Pour étudier les variations du diamètre solaire, M. *Maurice Hamy* a introduit une méthode qui repose sur le calcul de l'intensité de la lumière diffractée par une fente rectangulaire. Cette intensité dépend d'intégrales doubles où figurent de très grands entiers; l'Auteur montre comment on peut les évaluer.

Calcul des probabilités. Après avoir extrait une boule d'une urne qui contient des boules marquées de $k+1$ numéros différents, on rajoute à l'une $h+1$ boules marquées du même numéro que la boule sortie. Quelle est

la probabilité d'obtenir en n épreuves ν_1 numéros 1, ..., ν_{k+1} numéros $k+1$? M. *Charles Jordan* montre qu'on peut la calculer à l'aide de la fonction hypergéométrique à deux variables, F_1 de M. Appell.

René Garnier.

Optique

Télévision. — Le problème de la télévision, dont la recherche a tenté bien des savants, est revenu au premier plan ces jours derniers, certains quotidiens ayant en effet annoncé qu'un inventeur, M. J. L. Baird, avait trouvé une solution de ce problème. Devant le secret que conserve jalousement ce technicien, sans doute jusqu'à ce que sa propriété soit légalement sauvegardée, il est bien difficile de se faire une opinion exacte sur cette affirmation. Il peut être cependant intéressant de jeter un coup d'œil sur l'ensemble de la question.

D'abord, il faut bien s'entendre sur la définition précise du mot télévision. La transmission à distance de photographies ou téléphotographie est à l'heure actuelle réalisée du moins d'une façon approchée. Bien des personnes croient que si l'on pouvait transmettre au minimum seize photographies par seconde de manière à donner à l'œil une impression continue, le problème de la télévision serait résolu. Il n'en est rien, la télévision signifiant la transmission de l'image d'un objet ou d'une scène, par télégraphie avec fil ou sans fil, avec une rapidité telle qu'elle apparaisse instantanément (ou presque) à l'œil de l'observateur placé à la station réceptrice.

L'histoire de la télévision a commencé avec les découvertes des propriétés du sélénium sous l'influence de la lumière et il est intéressant de noter que ces découvertes sont dues à un hasard assez curieux. Le sélénium étant un métalloïde offrant une grande résistance au passage de l'électricité avait été employé à l'extrémité du câble transatlantique à Valentia, petit village de l'est de l'Irlande. Une après-midi, le surveillant constata qu'un appareil de mesure se conduisait d'une façon bizarre. C'était par une journée ensoleillée et chaque fois que les rayons tombaient accidentellement sur le sélénium, l'aiguille de l'appareil déviait. La découverte de ce phénomène attira l'attention sur le sélénium et ce fut pendant quelque temps le seul moyen employé pour transformer de l'énergie lumineuse en énergie électrique. Mais ce métalloïde était trop peu sensible et beaucoup trop lent sous l'action de la lumière.

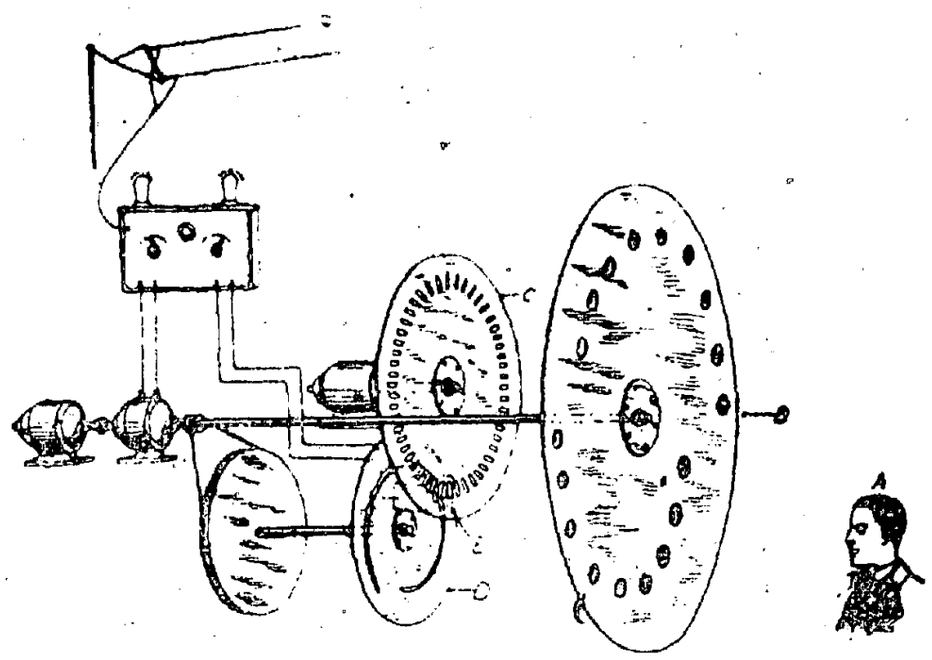


Fig. 95

Mais Hertz avait découvert que les étincelles qu'il produisait dans ses expériences passaient plus rapidement quand on faisait tomber de la lumière ultra-violette sur leur chemin. Cette découverte a conduit à l'établissement des cellules photoélectriques. Ces dernières présentent, au point de vue rapidité de fonctionnement, un avantage sur le sélénium, mais elles sont encore peu sensibles. Les lampes à trois électrodes ont cependant permis d'amplifier considérablement le courant qu'elles donnent.

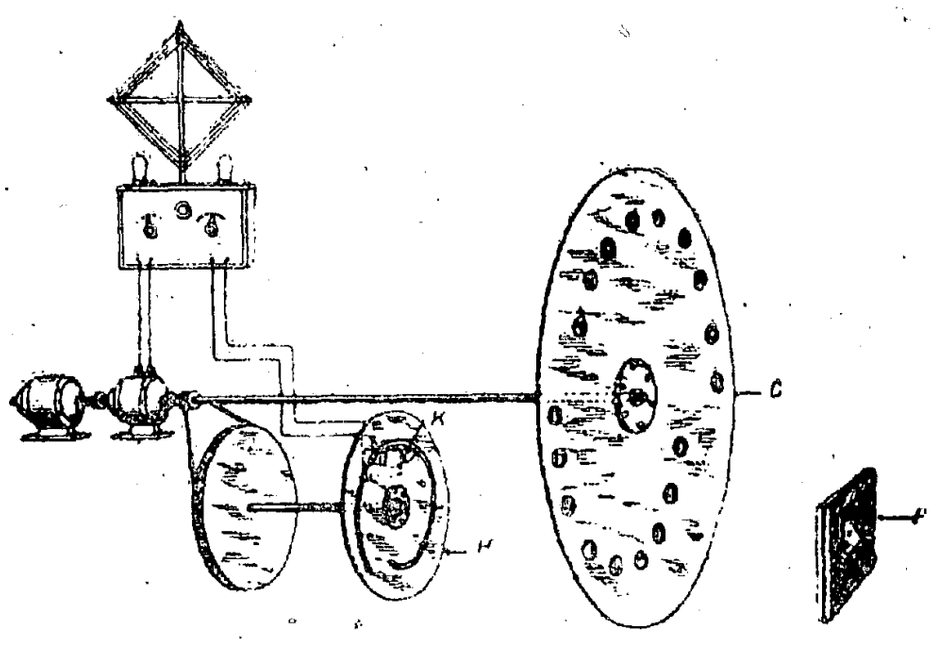


Fig. 96

La première idée qui est venue a été d'essayer d'analyser le fonctionnement de l'œil qui est, du moins pour le moment, l'appareil de télévision le plus perfectionné. L'examen de la rétine a montré que cette dernière est formée par une sorte de mosaïque, assemblage d'un nombre considérable de cellules hexagonales, chacune d'elles étant réunie au cerveau par des filaments nerveux le long desquels se transmettent les impulsions proportionnelles à la lumière tombant sur la cellule. Comment sont engendrées ces impulsions ? La question est encore bien obscure, cependant on croit qu'elles sont dues à la présence d'une substance sensible à l'action de la lumière et qui se trouve dans les cellules hexagonales.

Les premiers inventeurs essayèrent de réaliser des yeux artificiels par un ensemble de cellules, chacune d'elles étant réunie par des fils à un volet. Ce volet s'ouvrait quand la lumière tombait sur la cellule permettant ainsi à un faisceau lumineux de tomber sur un écran. Chaque cellule « contrôlait » un faisceau lumineux et l'image était constituée par l'ensemble de taches plus ou moins lumineuses. Nous ne pouvons insister sur les différents systèmes très ingénieux qui furent réalisés sur ce principe et qui n'avaient pas d'ailleurs la prétention de réaliser la télévision. Mais la complication croissait très vite avec le nombre des cellules et bientôt on résolut de n'utiliser qu'une cellule. Chaque point de l'image à transmttre venait successivement éclairer cette cellule et le courant variable fournie par cette dernière étrait transmis à la station réceptrice pour contrôler un faisceau lumineux parcourant l'écran d'une façon exactement parallèle à celle que suivait le faisceau éclairant les points de l'image à transmettre. Cette opération étant faite avec une très grande rapidité, l'œil aperçoit l'ensemble de l'image instantanément. Nous ne nous arrêterons pas non plus aux différents systèmes utlisés par ceux qui appliquèrent ce principe (Rosing, Campbell Swinton, Belin et Holweck, etc.) Nous décrirons seulement l'appareil utilisé par Baird dans ses premiers essais.

L'objet à transmettre A (fig. 95) est placé sous l'action d'une lumière puissante. Le disque B comprend deux séries de lentilles disposées irrégulièrement ; chaque lentille projette une petite partie de l'image de A à travers l'ouverture E et comme il y a deux séries de huit lentilles, l'image est

divisée en huit parties. Pour obtenir un découpage plus fin, une fente en forme de spirale F passe en face de l'ouverture E. Cette fente fait un tour chaque fois que le disque à lentilles en fait quatre, de sorte que le nombre de parties dans lequel se trouve découpée l'image est multiplié par quatre. Le disque à fentes E tourne à la vitesse de 4.000 tours à la minute et interrompt la lumière à haute-fréquence. Par cette combinaison de disques tournants, de très petites surfaces de l'image à transmettre viennent successivement se projeter sur la cellule sensible et cette dernière donne naissance à un courant variable dont l'intensité varie avec la lumière qui l'excite. Ce courant variable est transmis à la station réceptrice par fil ou sans fil; il est amplifié et il commande une lampe à décharge lumineuse K. La figure 96 montre clairement le dispositif employé très semblable au dispositif émetteur. Les disques tournent en synchronisme exact avec les disques employés à l'émission. Finalement, le faisceau de lumière vient tomber sur l'écran F. On conçoit qu'avec des réglages convenables et par suite de la grande vitesse de déplacement de la tache plus ou moins lumineuse, l'image apparaisse en entier à l'œil de l'observateur. Malgré tout, les images transmises étaient bien mauvaises et complètement déformées.

M. Baird a perfectionné la cellule et les différents dispositifs mécaniques et électriques de son appareil. Sans donner de détails, il affirme qu'à l'heure actuelle il obtient des images très satisfaisantes. Et il a même ajouté, dans une conférence qu'il a faite le 26 octobre dernier devant la Société Radio de Grande-Bretagne, que le moment était proche où il pourrait mettre sur le marché des appareils permettant de voir la tête et les épaules de la personne parlant devant le microphone. P. ABADIE.

Radioélectricité

La production des courants de haute fréquence, utilisés en T.S.F. — La production des courants de haute fréquence, jusqu'en 1914, n'a guère été réalisée que par le procédé employé dès l'origine par Lord Kelvin, décharge par étincelle d'un condensateur dans un circuit comprenant une self d'induction.

On obtient ainsi un courant alternatif de haute fréquence, dont l'amplitude va en décroissant. Il émet des ondes amorties qui sont susceptibles d'exciter, non seulement les résonateurs accordés sur leur fréquence, mais aussi des résonateurs accordés sur des fréquences voisines. Aujourd'hui complètement abandonnées dans les grands postes assurant les transmissions de télégrammes, les ondes amorties, qui du reste n'auraient jamais permis la mise en jeu de puissances considérables, semblent devoir être réservées à quelques cas particuliers, là où des portées peu considérables sont seules nécessaires et où la réception doit être particulièrement facile, en particulier à des applications à la Marine (signaux de détresse).

Aujourd'hui on utilise ce qu'on appelle des ondes entretenues qui ne diffèrent que par leur fréquence des courants alternatifs industriels. On les produit, à l'heure actuelle, par trois procédés : l'arc, la lampe à trois électrodes et l'alternateur avec ou sans multiplicateur de fréquence.

Indiquons l'état actuel de ces techniques, d'après une conférence de M. Jouaux (*Bulletin de la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale*, juillet-août-septembre 1926).

1. *L'arc*. En 1900, Duddell constata qu'en plaçant en dérivation aux bornes d'un arc une inductance et une capacité, la colonne gazeuse constituant l'arc entrait en vibration en produisant un son musical. Ces vibrations sont dues à la production d'un courant alternatif circulant dans le circuit constitué par l'arc, l'inductance et la capacité. La fréquence du courant est à peu près celle correspondant au circuit oscillant constitué par l'inductance et la capacité.

Poulsen montra qu'on peut augmenter la fréquence du courant en faisant jaillir l'arc, non dans l'air mais dans une atmosphère d'hydrocarbure (gaz d'éclairage, vapeur d'alcool), en refroidissant l'anode de l'arc et en soufflant l'arc par un champ magnétique transversal.

Dans les appareils actuellement usités, l'arc, alimenté par une puissante machine à courant continu, sous une tension de 500 à 600 volts, jaillit entre une électrode de charbon constituant la cathode et un cylindre de cuivre creux refroidi par un courant d'eau qui constitue l'anode. Les électrodes sont enfermées dans une enveloppe étanche entourée de maçonnerie, dans laquelle on peut soit faire pénétrer un courant de gaz d'éclairage, soit introduire de l'alcool. Dans la cuve étanche, perpendiculairement aux électrodes, pénètrent également les noyaux d'un puissant électro-aimant destiné à souffler l'arc. Ces appareils ont des dimensions considérables et ne rappellent plus en rien l'arc déclairage qui leur a donné naissance.

Aux bornes de l'arc est connecté le circuit oscillant : l'une des bornes de l'arc est mise directement à la terre, l'autre est reliée à la nappe d'antenne par l'intermédiaire d'une inductance affectant la forme d'un gigantesque solénoïde d'un diamètre de l'ordre du mètre et de plusieurs mètres de hauteur.

Comment manipuler sur un arc, c'est-à-dire comment produire des émissions de courant de haute fréquence, plus ou moins longues suivant qu'on veut émettre un trait ou un point ? Il est absolument impossible de songer à éteindre ou à allumer l'arc. On court-circuite quelques spires de la self induction intercalée dans l'antenne; il en résulte un changement de fréquence des oscillations émises qui peut être facilement perçu.

Il ne faut pas perdre de vue que l'émission de l'arc est continue et qu'elle nécessite deux fréquences. Ceci est un grand inconvénient car la fréquence inutile, l'onde de repos comme disent les radiotélégraphistes, est une fréquence perdue et même nuisible. Elle ne peut être concédée pour la transmission à un autre poste qui serait brouillé par l'onde de repos du premier. A une époque où les transmissions radiotélégraphiques se multiplient, cela constitue un grand inconvénient.

Mais l'arc a l'avantage de donner une fréquence très constante, de permettre facilement la mise en jeu de puissances énormes; aussi est-il très usité, surtout aux Etats-Unis. Des arcs de toute puissance ont été réalisés pour des longueurs d'onde de 300 à 20.000 m.

2. *Les postes à lampes*. La lampe à trois électrodes peut être utilisée comme générateur des courants à haute fréquence.

Les premières lampes ne permettaient d'obtenir qu'une faible puissance. La plaque s'échauffe. Pour éviter qu'elle n'atteigne des températures trop élevées, susceptibles de provoquer sa fusion, il faut lui donner d'assez grandes dimensions ce qui augmente sa surface de rayonnement. Mais on est arrêté dans cette voie par l'impossibilité de réaliser convenablement de grandes ampoules de verre et pratiquement on n'a pas pu construire de lampe du type usuel permettant d'obtenir une puissance supérieure au kilowatt. On a créé de nouveaux modèles de lampes permettant un refroidissement artificiel de la plaque. Dans un de ces modèles, l'ampoule n'est plus complètement en verre : elle est constituée en grande partie par un cylindre

métallique fermé à une extrémité et soudé à l'autre à un appendice de verre qui constitue le pied de la lampe et par lequel passent les fils amenant les courants au filament et à la grille. La partie métallique de l'enveloppe constitue la plaque. Il est alors possible de placer cette plaque dans un récipient où circule de l'eau courante et d'assurer ainsi son refroidissement.

Pour réaliser ces lampes, il a fallu réunir le pied de verre à l'enveloppe métallique par une soudure susceptible de résister à de grandes variations de températures. On est arrivé à construire ainsi des lampes de 20 kilowatts.

M. Holweck a réalisé une lampe démontable. L'ampoule se compose essentiellement d'un cylindre métallique qui constitue la plaque. Ce cylindre est réuni, à une de ses extrémités, à une pompe moléculaire permettant de faire le vide et, à l'autre extrémité, à une tête en verre par laquelle les diverse connexions pénètrent dans la lampe.

Ces trois organes sont réunis entre eux par des rodages qui doivent être très étanches et c'est dans la manière d'assurer l'étanchéité que réside surtout l'invention de M. Holweck. Mais, malgré tout, une semblable lampe ne pourrait conserver le vide nécesaire. Elle est donc toujours réunie à une machine pneumatique d'un modèle perfectionné et inventée également par M. Hollweck. Cette machine pneumatique doit fonctionner tout le temps que la lampe fonctionne. Le cylindre qui constitue la plaque est entouré d'un autre cylindre et un courant d'eau circule entre les deux, permettant d'assurer un refroidissement énergique de la plaque.

La nécessité d'avoir tout le temps une pompe moléculaire en marche est évidemment un inconvénient, mais il est racheté par cet avantage que la lampe est démontable et qu'il est facile de réparer, en cours même d'exploitation, les accidents qui peuvent se produire. Des lampes de 20 et même 40 kilowatts ont été construites sur ce modèle.

Actuellement, les lampes à trois électrodes ne permettent pas de réaliser des postes de transmission de très grande puissance. Jusqu'ici leur usage semble avoir été limité aux postes de radiodiffusion.

3. *Les alternateurs.* On a construit des alternateurs permettant de produire des courants de haute fréquence, comme on produit les courants de fréquence industrielle.

Théoriquement, il suffit d'augmenter le nombre de pôles de la machine et sa vitesse pour arriver à ce résultat. Mais, pour augmenter le nombre de pôles sans leur donner des dimensions ridiculement faibles, il faut augmenter les dimensions de la machine. Comme, d'autre part, il faut augmenter la vitesse, on est conduit à des vitesses périphériques considérables. Les actions de la force centrifuge sur les parties tournantes peuvent atteindre des valeurs dangereuses.

De plus, les pertes dans les tôles des alternateurs croissent comme le carré de la fréquence. Avec les tôles utilisées dans les machines ordinaires, on n'aurait pu atteindre que des rendements insignifiants. Heureusement, si ces pertes croissent comme le carré de la fréquence, elles décroissent comme le carré de l'épaisseur de la tôle et comme sa résistivité. Le jour où l'industrie métallurgique a su réaliser des tôles au silicium, c'est-à-dire de haute résistivité et d'une épaisseur de quelques centièmes de millimètres, la construction d'alternateurs de haute fréquence est rentrée dans le domaine des possibilités industrielles.

C'est à quoi est arrivé le premier, l'ingénieur américain Alexanderson. Mais c'est surtout aux travaux de deux ingénieurs français, MM. Marius Latour et Bethenod qu'est due la réalisation des alternateurs à haute fréquence.

Naturellement, il eût été impossible de faire supporter à des conducteurs les efforts centrifuges résultant des grandes vitesses périphériques réalisées. Les alternateurs sont donc du type homopolaire. Tous les bobinages sont fixes. Seule une pièce métallique massive est en mouvement. Enfin certaines dispositions des enroulements permettent, toutes choses égales d'ailleurs, d'augmenter la fréquence. Pour diminuer les pertes par ventilation, l'alternateur tourne dans une atmosphère raréfiée et une circulation d'huile assure le refroidissement de l'appareil.

La Société française radioélectrique est ainsi arrivée à réaliser des alternateurs d'une puissance de 500 kilowatts, fournissant du courant à la fréquence 15.000 périodes par seconde et ayant un rendement de l'ordre de 80 p. 100.

La manipulation est des plus faciles. On court-circuite l'alternateur entre les émissions de signaux, opération sans danger par suite de la grande réaction d'induit de ces alternateurs.

La fréquence des courants produits doit être d'une très grande constance. La moindre variation de fréquence diminue la puissance communiquée à l'antenne accordée et risque de rendre les signaux imperceptibles dans un poste récepteur muni d'appareils très sélectifs, comme c'est aujourd'hui le cas de tous les postes récepteurs destinés à percevoir des transmissions lointaines et qui, par conséquent, doivent se garantir soigneusement des brouillages. Aussi ces alternateurs sont-ils munis de régulateurs très soignés, susceptibles de maintenir la vitesse constante à 1/1000e près.

Le principal inconvénient de ces appareils est qu'ils ne permettent de produire que des ondes de fréquence assez faible (grandes longueurs d'onde). On a pu remédier à cet inconvénient dans une certaine mesure par l'emploi des *multiplicateurs de fréquence.*

4. A l'heure actuelle, les divers procédés de production des ondes de haute fréquence que nous venons de passer en revue sont tous employés ce qui prouve qu'ils ont tous leurs avantages et leurs inconvénients. A. Bc.

Biologie

Le « cytochrome », pigment respiratoire universel. — On sait depuis longtemps qu'un certain nombre de pigments naturels, capables de former avec l'oxygène de l'air un composé facilement dissociable, jouent un rôle important dans la respiration des animaux : c'est le cas de l'hémoglobine, de la chlorocruorine de certains Vers, de l'hémocyanine des Mollusques et des Crustacés. Tous ces pigments sont essentiellement des pigments sanguins, servant au transport de l'oxygène entre l'organe de la respiration, — poumon ou branchie, — et les autres tissus de l'organisme.

Il n'en est pas de même du nouveau pigment respiratoire que M. D. Keilin a récemment découvert, à l'intérieur même des cellules vivantes de tissus variés, et auquel il a donné pour cette raison le nom de *cytochrome*. Ce pigment, qui interviendrait dans les phénomènes respiratoires qui se passent au sein des tissus, est largement répandu chez les êtres les plus variés. Ainsi, M. Keilin a pu déceler la présence du cytochrome dans les tissus d'animaux appartenant à divers groupes d'Invertébrés : Vers (Lombric, Ascaris, etc.), Mollusques, Crustacés, Myriapodes, Insectes. Chez les Vertébrés, le cytochrome, qui accompagne l'hémoglobine dans les muscles des Oiseaux et des Mammifères, existe au contraire seul chez la Grenouille, dans les muscles, dans la paroi de l'intestin et dans les glandes génitales. Enfin, le cytochrome a pu être caractérisé chez les Levures, où il se trouve d'ailleurs en grande abondance, chez certaines Bactéries aérobies, et même dans divers organes des Végétaux supérieurs : dans de nombreux bul-

bes, dans le tubercule de Pomme de terre, dans les graines de diverses céréales.

Le cytochrome peut exister dans les tissus sous deux formes : une forme réduite, qui ne donne pas de spectre d'absorbtion, et une forme oxydée, donnant un spectre à quatre bandes, très caractéristique et qui, — fait remarquable, — est presque identiquement le même quelle que soit l'origine du pigment. Le cytochrome ne peut être extrait des tissus par l'action des agents chimiques sans être plus ou moins altéré, mais l'étude chimique et spectro-chimique de ses dérivés a conduit M. Keilin à le considérer comme un mélange de trois constituants, qui seraient des composés protéiques d'hémochromogène, c'est-à-dire que le cytochrome possède dans sa constitution un noyau tétrapyrrholique associé au fer. Cette constitution établit un lien de parenté très étroit entre le cytochrome et l'hémoglobine.

La découverte de M. Keilin, étayée par un ensemble de recherches spectro-chimiques sur les dérivés, naturels et artificiels, de l'hématine est susceptible d'éclairer bien des problèmes biologiques et physiologiques. Ainsi, d'après lui, les oxydations à l'intérieur des tissus s'effectueraient en deux temps : l'oxygène libre se fixerait d'abord sur le cytochrome, puis le cytochrome oxydé serait réduit par les tissus, qui s'oxyderaient à leur tour. L'action inhibitrice exercée sur les oxydations par certaines substances toxiques permettrait de dissocier ces deux phases de la respiration intracellulaire : certaines substances comme le cyanure de potassium, agiraient uniquement sur la première phase, en empêchant la fixation de l'oxygène par le cytochrome; d'autres substances, comme l'alcool, le formol, inhiberaient au contraire l'oxydation des tissus.

La découverte du cytochrome conduit également à envisager sous un angle nouveau le problème, encore si obscur, de la répartition et de l'origine de l'hémoglobine chez les animaux. Si le cytochrome, possédant dans sa constitution le noyau caractéristique de l'hémoglobine, existe chez tous les organismes, on peut dire que tous les animaux possèdent en puissance de l'hémoglobine, et l'on s'explique alors la répartition si sporadique de cette substance chez les Invertébrés. Enfin, si les noyaux tétrapyrrholiques du cytochrome peuvent être utilisés par l'organisme animal pour la synthèse de l'hémoglobine, la relation qui lierait l'élaboration d'hémoglobine à la présence de chlorophylle dans l'alimentation pourrait être beaucoup moins étroite qu'on ne l'a supposé.

Qu'il nous soit permis d'ajouter que M. Keilin doit faire à Paris un exposé de ses recherches lors de la réunion plénière de la Société de biologie, en mai prochain.

M. Abeloos.

Médecine

L'absorption par voie cutanée des sérums thérapeutiques. — M. A. Besredka a constaté antérieurement qu'on pouvait protéger le cobaye, contre l'injection sous-cutanée d'une dose mortelle de toxine tétanique, en appliquant sur la peau rasée ou épilée de cet animal un pansement humide imprégné de sérum antitétanique. Ce fait lui a donné l'idée d'essayer, pour éviter la macération de la peau, une crème préparée en incorporant 40 cm³ de sérum à 20 gr. de lanoline anhydre et 10 gr. de vaseline.

La peau rasée du dos ou du ventre des cobayes est frictionnée avec cette pommade puis recouverte d'un pansement qu'on laisse toute une nuit. Au besoin pour faciliter l'absorption de l'antitoxine on pratique quelques légères scarifications de la peau avant d'enduire celle-ci de crème antitoxique (*C. R. de Biologie*, 20 novembre 1926).

En opérant avec du sérum antidiphtérique M. Besredka a réussi, par cette technique, à protéger des cobayes contre une dose mortelle de toxine diphtérique, que celle-ci soit injectée avant, pendant ou après l'application de la crème antitoxique.

M. Besredka a remarqué également que les cobayes frictionnés avec la pommade antidiphtérique deviennent hypersensibles au sérum, de telle manière que, dans la suite, une injection de celui-ci détermine un choc anaphylactique qui peut être mortel. Quand on se contente de renouveler l'application de la crème sur les cobayes sensibilisés par un premier traitement, ceux-ci réagissent bien par un malaise de courte durée, mais ils ne présentent pas de véritables accidents anaphylactiques. A. B.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Mines

L'étain au Mexique. — L'étain se rencontre ordinairement au Mexique dans les ryolites, alors qu'en Bolivie, il se rencontre dans les dacites et les trachytes. — (Aurelio Garcia, *Boletin minero du Département de Minas*, Juillet, 1926).

Les gisements très nombreux énumérés sont surtout dans les Etats de Durango, Guanajato, San Luis Potosi, Zacatecas.

L'exploitation se fait par concession. Les droits de concession payés à l'administration des mines et à ses experts sont de diverses natures et semblent se totaliser à plus de 350 dollars pour 10 hectares avec une taxe décroissante par hectare pour les suivants. L'extraction est soumise à un droit de 1,5 o/o *ad valorem* pour les minerais.

Dans l'Etat de Durango, les veines de Potrillos comprennent la cassitérite accompagnée d'hématite. Parmi les minéraux accessoires on trouve la durangite (fluoarséniate de soude et d'alumine).

A San Juan del Rio, dans la mine Guadalupe, la cassitérite est accompagnée de stannite. Dans la Sierra de Cacaria un minerai à teneur de 18 à 23 o/o d'étain est accompagné d'arsenic, bismuth, tungstène et fer. Dans un autre centre, le minerai d'étain contient beaucoup de fer.

Dans l'Etat de Guanajuato, au cerro de La Boquilla, la cassitérite est dans une formation qui paraît une syénite ayant subi des actions de décomposition et de dissolution secondaire. Dans cette région des exploitations rudimentaires ont lieu. Le minerai était traité dans des fours très simples de section carrée, de 30 cm. de côté sur 1 m. 20 de hauteur, où l'on fondait le minerai mêlé à du charbon. Chaque opération donnait 50 à 60 kg. d'étain.

Un certain nombre de gisements sont indiqués dans cet Etat, et certains paraissent d'importance notable. La cassitérite de la Sierra de Guanajato dose 92 o/o oxyde d'étain et 4,50 o/o oxyde de fer.

Dans l'Etat de Jalisco les gisements de Los Vallecitos (Municipalitad de Encarnacion) peuvent produire 3 tonnes d'étain métal par mois. Un autre gisement intéressant dans cet Etat est celui de Paso de Sotos (Municipalitad de Lagos) qui, ne contenant pas de fer, paraît d'exploitation avantageuse.

Dans l'Etat de San Lui Potosi, dans la zone minière de

Santa Maria del Rio à 22 km. S.-W. de San Lui Potosi, à 2.816 m. d'altitude, on rencontre la cassitérite seule ou accompagnée de fer, de mica, d'hématite.

Dans un autre gisement, l'étain est accompagné de bismuth. Dans cette province un gisement étudié a donné 2.750 kg. de minerai en une semaine. La teneur moyenne de 25 o/o peut atteindre 80 o/o de cassitérite.

Dans l'Etat de Zacatecas, l'étain se montre dans des ryolites de la région de Pinos notamment; on le rencontre, dit l'auteur, dans des granites gris altérés contenant de gros grains de quartz. L'auteur ne dit pas s'il y a des granulites, mais il fait savoir que dans le voisinage des gisements on trouve encore des ryolites du tertiaire. Dans un gisement du même Etat l'étain se trouve dans les ryolites roses.

Voici des analyses de divers minerais d'étain du Mexique :

Provenance	SnO_2	Fe_2O_3	As_2O_5	Cu O	Zn O	SiO_2	Dens.
Durango.....	92.84	4.12	ind.	ind.	o	2 70	6 820
Coneto-Potrillos (Dgo)	93.98	5.62	o	o	o	0.23	6 594
Mina et Diablo, Cacaria(Dgo)	86.99	11.56	ind.	o 11	o	o 87	6.714
Guanjuato.. .	92 26	4 58	1.25	ind.	0.57	0.44	6.581
Mina Barrosa, Cacrria(Dgo)	84.20	1.31	10.85	ind.	3.05	0.35	6.160
Cacaria (Dgo).	92.30	0.22	4.56	0.16	1 89	0.24	6.509
Durango	89.90	0.10	5.80	0.20	2.43	o 55	6 199

L. R.

Transports

Transport frigorifique des raisins. — A la suite de mesures sévères appliquées à l'entrée aux Etats-Unis des raisins d'Almeria, qui risquaient d'importer les larves de la mouche de la Méditerranée (*Ceratitis capitata*) les producteurs d'Espagne ont entrepris des essais très concluants sur le traitement des raisins par le froid pour la destruction de ce parasite.

Les œufs et les larves de l'insecte ne résistent pas après un régime de 14 jours à la température de o à o°5 C. ou bien de 21 jours à 3°5 à 4°5 C.

Le raisin d'Almeria supporte sans altération un refroidissement à —1 et —2° C pendant 90 jours. Cependant le raisin recueilli sur terrains limoneux paraît plus fragile et moins apte à supporter le refroidissement.

Ces essais sont de la plus haute importance pour la pratique du transport des raisins en frigorifique. (*Bulletin de l'Office de l'Algérie*, août 1926). L. R.

Agronomie

Le pouvoir nitrifiant des pouzzolanes. — Les auteur, Cesar Serono et Puara Guerci ont constaté que des eaux de régions à Pouzzolanes contenaient des nitrates, mais jamais de nitrites, ni d'ammoniaque. Dans des échantillons des environs de Rome ils ont dosé 132 mg, 98 mg., 84 mg. et 30 mg. de Az^2O^5 par litre. Ils ne trouvèrent pas de bactéries et en conclurent que ce nitrate avait une origine inorganique. Ils admettent que la pouzzolane contient des sels ammoniacaux qui naissent lors des éruptions et que ces sels ont été oxydés par l'air sur la pouzzolane.

Mais ces hypothèses mises à part, ils ont fait une expérience pleine d'intérêt. Faisant passer un courant d'ammoniac mêlé à de l'air, à des températures variables, sur la pouzzolane humide, ils ont constaté la formation de nitrates, aussi bien sur le minéral non stérilisé que sur le minéral stérilisé au chloroforme.

La pouzzolane calcinée ou séchée plusieurs heures à 225° est inactive.

La pierre ponce soumise aux mêmes essais ne donne pas de nitrates. La pouzzolane aurait donc des propriétés particulières et le fait que les roches volcaniques existent au Chili expliquerait peut-être l'abondante formation de nitrates dans ces contrées. Telle est l'opinion émise par les auteurs, et consignée par les Chemical abstracts, 20 [2], 256-257, 20-1-1926. L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 21 mars 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Pierre Humbert* (transm. par M. Appell). — **Sur les équations différentielles qui généralisent l'équation de Lamé.**

— *Octave Onicescu* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur la représentation d'une fonction par un ensemble de fonctions et sur les équations intégrales qui en résultent.**

GÉOMÉTRIE. — *Beniamino Segre* (prés. par M. Emile Borel). — **La cubique indicatrice de l'élément linéaire projectif d'une surface.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *R. Wavre* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la stratification des planètes en surfaces.**

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *P. Dejean* (prés. par M. Le Chatelier). — **Ecrouissage par traction, écrouissage par compression.**

Ces recherches ont montré que l'écrouissage par compression est beaucoup plus dangereux que l'écrouissage par traction, surtout pour les aciers cristallisés, par recuit prolongé à haute température. Les aciers bruts et les aciers recuits dans ces conditions se comportent d'une manière très différente après compression, mais donnent, au contraire, par traction des résultats sensiblement identiques. Il n'y a aucune relation entre la fragilité communiquée à un acier doux par écrouissage, suivant qu'il est obtenu par traction ou par compression. L'essai de flexion avec pliage à bloc, qui ne permet d'examiner que les fibres extérieures qui ont travaillé à la traction, est un essai très imparfait, et même dangereux, car il ne renseigne absolument pas sur la fragilité très grande que peut atteindre par compression, même assez faible, un acier doux cristallisé par recuit.

AÉRODYNAMIQUE. — *W. Margoulis* (prés. par M. d'Ocagne). — **Nouvelles recherches expérimentales sur les hélices d'hélicoptères.**

L'auteur cite deux cas : 1° celui de l'hélice isolée communiquant au fluide qui la traverse des vitesses de rotation variables le long du rayon; 2° celui de deux hélices accolées tournant en sens inverse, cas dans lequel on peut s'arranger pour que le fluide sorte sans rotation de l'hélice A. R. Dans les deux cas, la fraction de pas doit augmenter vers le moyeu, où elle atteint sa valeur maximum : cette augmentation est d'autant plus prononcée que l'hélice doit être moins puissante.

Contrairement à ce que l'on croyait jusqu'ici, on peut réaliser de très bonnes hélices sustentatrices avec de grands pas à condition de les faire suffisamment larges.

Les essais sur la stabilité statique des hélicoptères ont montré que l'instabilité constatée dans ces appareils provient du fait que la variation des efforts est telle qu'elle tend à accentuer leur inclinaison et à les renverser complètement.

ÉLECTRICITÉ. — *André Blondel.* — **Sur les radiophares tournants.**

Les radiophares tournants peuvent être construits avec les dispositifs de doubles rideaux d'antennes pour radio-

phares d'alignement. L'alternance d'émission des deux rideaux d'antennes étant produite deux ou trois fois par seconde, pour un appareil tournant à la vitesse d'un tour complet d'horizon en deux minutes, à chaque degré correspondra une alternance.

Dans une note précédente (*C. R.*, 184, 1927, p. 561), l'auteur avait indiqué un dispositif de rideau convenant aux radiophares situés sur une côte, en alignement droit ou présentant une concavité vers la mer. Mais si le radiophare tournant fixe ou tournant est placé sur une partie saillante de la côte, il faudra adopter le dispositif décrit en 1902 et consistant en un réseau plan formé d'une série d'antennes verticales vibrant en quart d'onde, régulièrement espacées dans un plan et excitées par un même oscillateur avec des différences de phases correspondantes à l'intervalle qui les sépare.

— *H. André* (transm. par M. G. Ferrié). — **Sur les propriétés électriques de quelques composés métalliques.**

Certaines combinaisons d'un métal avec du soufre ou du phosphore présentent des changements de composition spontanés, ou facilement provocables par des actions physiques à action faible. Ainsi les composés argent-soufre ou argent-phosphore sont capables d'absorber une certaine quantité de soufre ou de phosphore fondus à basse température. Cette saturation leur donne, au point de vue de la résistance ohmique, un coefficient de température négatif, élevé et variable, diminuant à partir d'une certaine température. Jusqu'à 100°C le produit ne se modifie pas; au-dessous, il faut l'entretenir dans un état stable par enrobement permanent de soufre. L'auteur voit, comme résultat pratique de ses recherches, de nombreuses applications industrielles.

— *Vaulot* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur les constantes d'un quadripôle passif.**

L'auteur appelle quadripole passif un assemblage quelconque de circuits électriques ne contenant aucune source d'énergie électrique, et comportant quatre bornes, dont deux sont appelés bornes d'entrée et les deux autres bornes de sorties. Il a cherché s'il est possible de construire un quadripôle qui admette quatre constantes A, B, C, D, ayant des valeurs données.

Si ces constantes sont réelles, elles expriment qu'elles sont de même signe, qu'on peut supposer positif : le quadripôle est alors facilement réalisable. Le quadripôle le plus général ayant quatre constantes A, B, C, D complexes se construit en partant d'un quadripôle, où ces constantes sont réelles, en le shuntant à l'entrée et à la sortie au moyen d'impédances purement imaginaires et en plaçant en outre à l'entrée une autre impédance également imaginaire.

SPECTROSCOPIE. — *Léon* et *Eugène Bloch* (prés. par M. Brillouin). — **Sur la fluorescence du chlore et du brome.**

La fluorescence du chlore, qui n'a pas été signalée jusqu'ici, comporte dans la région violette un spectre de bandes cannelées, de structure assez compliquées, dégradées vers le rouge. Les auteurs ont obtenu une quinzaine de groupes entre 3960 et 4920 A, les groupes les plus intenses étant situés au milieu du spectre, qui s'affaiblit rapidement à ses deux extrémités.

Sous l'action des rayons X mous, ils ont obtenu, avec le brome, une fluorescence orangée intense qui se résout en 25 bandes au moins comprises dans la région 6400—5100. Là encore, la structure est cannelée, les bandes sont dégradées vers le rouge, les bandes centrales étant les plus intenses. L'écart moyen des groupes au voisinage de la raie D est de 55 A environ.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Léon Guillet* et *Albert Roux*. — **Sur les gaz contenus dans les laitons, l'aluminium et ses alliages.**

Deux laitons ont été étudiés, l'un à 57 o/o de cuivre, l'autre à 60 o/o. Ils ont été chauffés à 720° pendant 2 heures; les gaz dégagés ont été pour le premier, 0,55 du volume du métal, pour le second, 0,39. Le dégagement gazeux a commencé à 480° et s'est terminé à 720°. Dans une autre expérience, le métal a été chauffé, avec une vitesse de 7° par minute, jusqu'à 1040°. Le dégagement gazeux a commencé à 530°, a passé par un maximum entre 720° et 790°, puis par un second maximum plus important entre 930°et 980°; il a été terminé à 1040°.

Des expériences analogues ont été effectuées avec l'aluminium et le duralumin.

Au point de vue du recuit à l'air et dans le vide, les résultats relatifs à la résilience et à la durée n'ont pas été très concluants pour le laiton. Quant au duralumin, il paraît se produire, par recuit dans le vide, un adoucissement du métal.

— *E. Doumer* (prés. par M. A. Desgrez). — **Electrolyse des dissolutions aqueuses d'acide oxalique.**

L'auteur a étudié les phénomènes qui se passent au pôle (+) dans l'électrolyse des solutions d'acide oxalique pur. Dans ses expériences, l'effet chimique total a été mesuré par le volume d'hydrogène qui se dégage dans un voltamètre à gaz tournant placé en série dans le circuit.

Dans toutes les expériences effectuées, il y a un dégagement d'oxygène relativement important; cette proportion d'oxygène varie dans le même sens que la densité du courant; elle a oscillé entre les deux limites 25 et 50 environ, soit entre le quart et la moitié du volume de l'hydrogène voltamétrique.

Dans les solutions qui ont été employées, il a semblé que l'eau était ionisée dans la proportion d'environ 2 mol. pour une d'acide oxalique, c'est-à-dire que si dans une solution il y a, par exemple, 88 gr. d'acide oxalique ionisé il y aura 32 gr. d'eau également ionisée.

— *H. Colin* et *Mlle A. Chaudun* (prés. par M. Le Chatelier). — **Mutarotation et alcalinité du milieu.**

On savait qu'à la dose de 0,01 p. 100 l'ammoniaque pouvait encore accélérer nettement l'évolution de glucose. Les auteurs montrent qu'à cette concentration la limite de sensibilité n'est pas encore atteinte : les solutions $\frac{N}{5500}$ agissent encore légèrement; si on dilue à $\frac{N}{7000}$ il n'y a plus aucune accélération, pas plus avec la potasse ou la soude qu'avec l'ammoniaque.

Avec le lévulose en présence d'ammoniaque $\frac{N}{2500}$ le sucre prend immédiatement sa forme stable; à la dilution de $\frac{N}{30000}$ NH^3 agit encore nettement; à $\frac{N}{40000}$, il n'y a plus aucune action.

L'action de la soude et celle de l'ammoniaque sur l'évolution du glucose ne sont parallèles que vers la dilution $\frac{N}{5500}$ et c'est à partir de là que l'ammoniaque peut être considérée comme totalement dissociée.

CHIMIE MINÉRALE. — *C. Matignon* et *Mlle G. Marchal*. — **Propriétés réductrices du glucinium. Isolement du baryum, du magnésium, du potassium et de l'aluminium.**

Un mélange intime, fortement comprimé, de baryte et de glucinium, celui-ci étant en léger excès, est chauffé dans le vide à 1220°-1230° : le baryum est mis en liberté

et distillé; la totalité du métal mis en liberté correspond à 1.7 partie pour 3 parties de baryte traitée.

Un mélange de magnésie et glucinium est chauffé pendant 2 h. 15 à 1275-1280°; le magnésium distille. Avec un mélange de chaux et magnésium, le calcium n'est pas mis en liberté, mais il se forme un sous-oxyde de calcium décomposable immédiatement par l'eau froide avec dégagement d'hydrogène. Par contre, avec la potasse, la réaction est complète et le potassium distille, de même avec l'alumine, l'aluminium est libéré.

Ainsi, le glucinium permet d'isoler le baryum, le magnésium et l'aluminium de leurs oxydes, le potassium de son hydroxyde, et de transformer la chaux en sous-oxyde de calcium.

Les auteurs ont constaté que le glucinium est plus réducteur que l'aluminium et qu'il peut se substituer à ce dernier dans toutes les réactions aluminothermiques en manifestant une plus grande activité chimique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *W. Ipatief* et *Orloff* (prés. par M. C. Matignon). — **L'hydrogénation de la dibenzalacétone et de la dibenzylacétone.**

Lorsque, pour l'hydrogénation de la dibenzalacétone on emploie comme catalyseur l'oxyde de nickel, plus de la moitié de la cétone se transforme en dibenzylacétone qui se sépare facilement à l'état pur de la masse goudronneuse par distillation. Le dissolvant et la concentration ont une grande influence sur le rendement :

La solution benzénique à 15 o/o donne un rendement de 60 o/o;

La solution benzénique à 35 o/o donne un rendement de 25 o/o;

La solution benzénique à 50 o/o donne un rendement de 10 o/o;

La solution alcoolique à 20 o/o donne un rendement de 20 o/o.

La quantité d'oxyde de nickel était de 15 o/o du poids d'acétone. Lorsque la réaction est terminée, on sépare par filtration l'oxyde de nickel et par distillation le benzol employé comme dissolvant.

CHIMIE AGRICOLE. — *J. Dumont* (prés. par M. G. André). — **Les rapports pondéraux des corps réagissants dans les floculations colloïdales.**

Les expériences effectuées par l'auteur montrent que les rapports pondéraux entre les corps réagissants varient spécifiquement et croissent avec la richesse colloïdale des argiles, mais sans relation absolue avec les rapports du surlimon au colloïde. Les doses limites de floculants ne sont pas étroitement subordonnées à la composition chimique de matières argileuses, bien qu'elles dépendent de leur nature ou de leur origine. Les composants argileux des sels représentent soit un mélange colloïdal, formé de colloïdes électronégatifs avec tendance à la dispersion, soit un complexe colloïdal, résultant de la combinaison de colloïdes à charges électriques contraires, avec tendances amphotériques. Cet ensemble de faits tend à expliquer pourquoi la détermination des pouvoirs floculants, conduit à des rapports variant parfois de 1 à 30 pour les mêmes électrolytes.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Roger Lyon, G. Fron* et *M. Fournier* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Caractérisafion des bois vieux par rapport au bois vert.**

Le bois vieilli en chantier possède des propriétés particulières, et par suite une valeur marchande que ne possède pas le bois vert ou vieilli artificiellement. Les auteurs en ont recherché les causes. L'examen microscopique fait sur des coupes de différents bois ont montré que les cellules du bois vieux contiennent des dépôts amorphes, localisés contre les deux membranes, tandis que les cellules de bois vert ne renferment aucun dépôt. Les analyses ont prouvé que le bois vieux est plus riche en tanin que le bois vert.

Enfin, les mesures du pH ont montré que suivant les échantillons de bois vert, le pH de la macération varie dans certines limites; dans le bois vieux le pH se modifie, le bois devient généralement plus acide et la macération est d'un pH bien inférieur à la limite des variations du bois vert.

Le bois vieux et le bois vert ne possèdent donc pas la même constitution chimique. La recherche du pH permet de les différencier lorsqu'ils sont de même espèce.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Pierre Termier.* — **Sur le problème tectonique de la Vanoise et du Mont-Pourri (Alpes de Savoie.)**

Sur tout son bord occidental, le Permien métamorphique de la Vanoise s'enfonce régulièrement sous sa couverture de Trias, ployée en un synclinal, ou en un faisceau synclinal multiple, au-delà duquel le Permien métamorphique reparaît à peine moins métamorphique dans son ensemble, parfois tout aussi métamorphique.

L'auteur persiste à croire, jusqu'à plus ample informé, que la Vanoise ne doit pas être séparée du Briançonnais. Elle est cette région de la nappe briançonnaise qu'envahit graduellement le métamorphisme.

— *Const. A. Viténas* (transm. par M. Ch. Depéret). — **Découverte du Pliocène inférieur marin dans l'île de Nikaria (mer Egée).**

Le Pliocène comporte à l'île Nikaria des dépôts détritiques littoraux associés à des sédiments marno-calcaires jaunes très développés. L'âge plaisantien-astien de ces couches est défini par une faune de Cardiides, riche en individus mais pauvres en espèces; elle se trouve de préférence dans les grès calcaires à éléments très fins. C'est une faune d'un faciès marin, légèrement saumâtre, qui rappelle le Pliocène inférieur du sud d'Athènes.

CYTOLOGIE. — *P. Martens* (prés. par M. Guignard). — **Observation vitale de la caryocinèse.**

L'auteur a pu suivre, sur le vivant, et sans interruption, sur des styles en développement d'*Arrhenaterum elatius*, toutes les phases de la caryocinèse. Il résume, dans cette Note, quelques-uns de ses résultats.

Ces expériences ont montré qu'une fixation adéquate ne bouleverse ni ne déplace jamais les éléments de la figure cinétique observables sur le vivant, qu'elle précise et accentue ceux-ci sans les transformer et sans créer de structure chromosomique nouvelle.

BOTANIQUE. — *Henri Coupin* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Influence du calcium sur le *Penicillium glaucum*.**

Si le calcium n'est pas indispensable à la bonne végétation du mycélium, il est, par contre, très utile à la formation des conidies, organes de multiplication de la Mucédinée.

BIOLOGIE AGRICOLE. — *E. Miège* (prés. par M. Roux). **Apparition brusque d'une orge à barbes lisses.**

Une orge Gulkorn pure (*Hordeum distichum nutans L.*), maintenue depuis 1921 en culture pédigrée à Rabat et, simultanément, à 1.000 mètres d'altitude à partir de 1924, a donné naissance, cette même année et dans cette dernière Station, à une plante dont tous les épis étaient pourvus de barbes parfaitement lisses, tandis que l'ensemble de la récolte continuait de porter, comme son ascendance, des barbes franchement épineuses. Il est vraisemblable que les facteurs écologiques et les conditions climatériques annuelles ne sont pas sans influence sur les mutations de ces caractères.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Robert Lami* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **Libération, par voie traumatique, de la symbiose fungique de plantules de Cattleyées.**

Il semble devoir résulter des observations de l'auteur que la symbiose de l'embryon, puis du protocorme, avec un Rhizoctone, symbiose qui provoque la germination, ne soit pas nécessaire à la croissance des feuilles et au développement des racines de la plantule quand cette dernière est devenue capable d'assimiler.

La symbiose n'est pas davantage indispensable pour que des Cattleyées adultes, possédant tous les organes végétatifs d'une plante normale, puissent accomplir leur cycle végétatif complet sans l'aide d'une symbiose fungique.

PHYSIOLOGIE. — *D. Bach* (prés. par M. Guignard). — **La nutrition azotée des Mucorinées. Assimilation des sels ammoniacaux.**

Ayant repris l'étude de l'assimilation des sels ammoniacaux sur un grand nombre de Mucorinées, l'auteur arrive à cette conclusion que les sels ammoniacaux d'acides minéraux forts constituent une source d'azote médiocre pour les Mucorinées. Le fait est dû à l'acidification intense des milieux. L'addition d'un tampon, comme le citrate de soude, en s'opposant à cette acidification, permet généralement d'obtenir le développement régulier de ces espèces.

— *L. Ambard* et *F. Schmid* (prés. par M. Henneguy). — **De l'excitabilité des centres nerveux en fonction de leur charge en acide chlorhydrique.**

Tout excès de la charge chlorée des centres au-dessus de la normale donne des phénomènes d'hyperexcitation : réactions vasomotrices produisant l'hyperpression sanguine, hyperventilation pulmonaire, hyperexcitations motrices pouvant aller jusqu'aux convulsions, etc., tandis que tout déficit de la charge chlorée des centres donne exactement l'inverse de tous les phénomènes précités. Les auteurs indiquent dans cette Note le mécanisme de la charge chlorée des centres.

— *Ch. Achard, Léon Binet* et *A. Lebanc* (prés. par M. Ch. Richet). — **Sur la mort en atmosphère suroxygénée.**

L'excès d'oxygène peut être nuisible aux animaux. Aussi les inhalations d'oxygène pur employées en thérapeutique ne doivent pas être très prolongées, mais plutôt intermittentes, et il est justifié de leur préférer souvent celles de mélanges d'oxygène avec une petite proportion d'acide carbonique, qui, d'ailleurs, y ajoute l'avantage d'un effet excito-respiratoire.

A l'occasion de cette Note, M. Richet fait observer qu'il a constaté lui-même, autrefois, la nocivité de la suroxygénation.

PHARMACODYNAMIE. — *Raymond Hamet* (prés. par M. Charles Richet). — **Antagonisme de l'hydrastinine et de l'adrénaline.**

A des doses fortes (32 cg. par kilogramme), l'hydrastinine supprime totalement l'effet vasoconstricteur rénal d'une dose faible d'adrénaline $\left(\frac{1}{100}\text{ de milligramme}\right)$

Chez le chien ayant reçu une dose suffisante d'hydrastinine (11 cg. 33 par kilogramme), l'adrénaline conserve son chronotropisme positif mais n'a plus d'inotropisme positif sur l'auricule et a même sur le ventricule un inotropisme négatif d'autant plus accentué que la dose d'adrénaline est plus forte. On doit voir là une manifestation de l'action musculaire de l'adrénaline.

— *J. Chevalier* et *Ripert* (prés. par M. J. L. Breton). — **Action pharmacodynamique et titrage physiologique des préparations de fleurs de pyrèthre.**

C'est à des corps désignés sous le nom de pyréthrines que les fleurs de pyrèthre doivent leur action insecticide et toxique. Leur dosage chimique est pratiquement impossible à réaliser. Par contre, les auteurs ont fait depuis de longs mois des essais sur des poudres diverses et sur de nombreuses préparations, qui leur permettent d'affirmer qu'en employant avec la grenouille une méthode analogue à celle utilisée pour le titrage des préparations digitaliques, on peut facilement se rendre compte de l'activité de ces produits.

Les pyréthrines possèdent non seulement une action toxique sur les muscles, mais aussi sur les centres nerveux qui sont bientôt paralysés après une période d'hyperexcitabilité.

HISTIOGENÈSE. — *E. Grynfeltt* et *H. J. Guibert* (prés. par M. Henneguy). — **Sur la genèse de la trame fibroïde du tissu de cicatrice dans les suppurations expérimentales du conjonctif sous-cutané.**

Ce sont les histiocytes qui apparaissent comme les agents actifs de la formation du tissu de cicatrice. A ce point de vue particulier, les observations de MM. Grynfeltt et Guibert confirment les données générales de leurs devanciers. Ils les ont vu édifier un vrai *symphasme hyalin* (dans la couche dite tissu de granulation) au sein duquel apparaissent les éléments fibrillaires de la trame collagène suivant un processus qui offre de grandes analogies avec celui que Laguesse a décrit au cours de l'histogénèse normale du tissu conjonctif sous-cutané.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Alfred Maubert* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Influence du thorium X sur la laccase.**

L'auteur donne les résultats qu'il a obtenus en faisant agir le bromure de thorium X sur la laccase contenue dans des macérations glycérinées de champignons appartenant au genre *Russula*, cette laccase agissant elle-même sur une solution aqueuse de gaïacol.

Aux doses comprises entre 1 et 5 microgrammes, le thorium X provoque une activation de la laccase. Aux doses supérieures à 10 microgrammes, on observe une inactivation totale du ferment.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *G. Levaditi* (prés. par M. Roux). — **Action stérilisante du bismuth dans la syphilis.**

Le bismuth seul, ou associé à l'arsenic, agit non seulement sur les tréponèmes des accidents spécifiques accessibles, mais encore sur le virus logé dans l'intimité des tissus, en particulier dans les ganglions lymphatiques. Son action curative est donc profonde, puisque, selon toute vraisemblance, elle entraîne chez le lapin une stérilisation totale de l'organisme.

Malgré la présence de spirochètes visibles sur coupes, les syphilomes des animaux traités sont, en général, totalement dépourvus de virulence.

— *E. Ducloux* et *Mlle G. Cordier* (prés. par M. E. Leclainche). — **Sur une méthode d'immunisation par résorption lente d'antigènes virulents.**

S'attachant à l'étude de l'agent du choléra aviaire, de la bactéridie charbonneuse qui tuent en quelques heures les animaux d'expérience à doses infimes, les auteurs ont cherché l'effet de l'inoculation de chacun de ces virus incorporés dans différents milieux lentement résorbables. Des recherches analogues ont été entreprises simultanément, avec le virus claveleux.

L'huile de vaseline pure, à réaction neutre, s'est montrée très régulière dans leurs essais, ce qui leur a permis de réaliser un moyen de vaccination dans l'étude des trois germes en question.

P. GUÉRIN.

Séance du 28 mars 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Norbert Wiener* (prés. par M. Hadamard). — **Une méthode nouvelle pour la démonstration de théorème de M. Tauber.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Julius Wolff* (prés. par M. Borel). — **Une généralisation d'un théosème de M. Jentzsh.**

MÉCANIQUE. — *Sugst* (transm. par M. Appell). — **Sur le mouvement gyroscopique du projectile au voisinage de la bouche.**

HYDRODYNAMIQUE. — *R. Mazet* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur l'écoulement d'un liquide à partir du repos dans un liquide de même densité en mouvement permanent.**

AÉRODYNAMIQUE. — *Huguenard, Magnan* et *Sainte-Laguë* prés. par M. A. Rateau). — **Sur la détermination cinématographique des polaires en vol des oiseaux, des planeurs et des avions.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Th. de Donder* (prés. par M. Kœnigs). — **Interprétation physique de l'équation de quantification des systèmes continus.**

AVIATION. — *Louis Breguet* (prés. par M. Rateau). — **Sur les grands raids sans escale et le record de distance en avion.**

Un avion d'un poids total déterminé et emportant des quantités de combustible et de lubrifiant connues, effectuera le plus long parcours sans escale, si à chaque instant du vol la fonction $\frac{m}{\eta}\frac{c_x}{c_z}$ est minimum (m est la consommation horaire spécifique du moteur et η le rendement de l'hélice).

Dans le vol Paris-Djask, la distance effective parcourue a été de 5600 km., mais le combustible emporté aurait permis de couvrir une distance de 6100 km. Dans les conditions où le vol a été effectué la valeur moyenne de la fonction ci-dessus énoncée a été de 0.035, mais si le pilote avait pu conduire son appareil au régime optimum théorique, la valeur de cette fonction eut été de 0.031 avec un rayon d'action de 7.000 km. L'auteur prévoit qu'on pourra, prochainement, obtenir pour la fonction $\frac{m}{\eta}\frac{c_x}{c_z}$ une valeur moyenne pratique de 0.03.

A la suite de la communication de M. Louis Bréguet. M. Rateau fait observer que les considérations émises par M. Bréguet sont en accord avec les siennes (*C. R.*, 170, 1920, p. 364).

CRISTALLOGRAPHIE. — *G. Friedel.* — **Sur la controverse récente entre MM. Hettich et Valeton. Les formes hémièdres holoaxes n'impliquent pas nécessairement l'hémiédrie du cristal,**

Les considérations émises par l'auteur le conduisent à poser, en règle générale pour tous les systèmes cristallins qu'en présence d'un liquide actif, un cristal holoèdre peut prendre les formes hémièdres holoaxes, et un cristal antihémièdre ou parahémièdre prendre des formes tétartoèdres holoaxes. En sorte que, sur le vu des formes hémièdres ou tétartoèdres holoaxes d'un cristal, on peut d'après ses formes seules, conclure à la mérièdrie du cristal que si l'on est assuré que le milieu dans lequel s'est produite la cristallisation ou la corrosion était inactif.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *J.-J. Trillat* (prés. par M. Maurice de Broglie). — **Sur l'interprétation analytique des spectres X des acides gras et de leurs mélanges.**

L'étude des diverses formes cristallines des acides gras purs a montré que moyennant certaines précautions simples, telle que l'orientation par fusion ou par évaporation d'une solution alcoolique, les spectres obtenus ne présentent pas de variations et que, par conséquent, la méthode analytique basée sur la spectrographie X de ces corps conserve tout son intérêt. D'autre part, l'étude sur les mélanges d'acides gras à proportions variables a montré que l'orientation sur verre peut n'être pas suffisante pour renseigner sur la composition qualitative du mélange; l'orientation sur lame métallique, le plomb, par exemple, apporte également un éclaircissement au problème.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Boutaric* et *Mlle G. Perreau* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la possibilité de modifier à volonté le signe électrique des colloïdes.**

Lorsqu'on traite un colloïde positif par un électrolyte à anion polyvalent sous une concentration comprise entre les limites *b* et *c* et correspondant à la région de non-floculation, on obtient un colloïde négatif. De même, en traitant un colloïde négatif par un électrolyte à cation polyvalent sous une concentration comprise entre *b'* et *c'* et correspondant à la région de non-floculation, on obtient un colloïde positif. En faisant intervenir des énergies extrêmement faibles, on peut indéfiniment modifier à volonté le signe d'un colloïde. Une très faible quantité d'un sel est suffisante pour charger le signe électrique des granules, ce qui entraîne des modifications profondes dans les propriétés d'un colloïde. Les auteurs pensent que certains des phénomènes qu'ils ont observés, sont peut-être susceptibles de jouer un rôle dans les êtres vivants.

— *Maurice Lecat* (prés. par M. Le Chatelier). — **Formules pour la prévision des constantes azéotropiques des systèmes formés d'alcool et d'halogénure.**

Note donnant l'énumération des formules faisant l'objet de ce travail.

CHIMIE INDUSTRIELLE. *René Girard* (prés. par M. A. Rateau). — **Action des solutions complexes sur les métaux ferreux.**

L'auteur avait recherché précédemment quelle pouvait être l'action, sur l'acier et la fonte, des solutions des chlorures de sodium et de magnésium et des sulfates de magnésium et de calcium (*C. R.*, 181, 1925, p. 552 et 183, 1926, p. 213). Dans les nouvelles expériences qu'il a entreprises sur ces mêmes métaux, les attaques, prolongées pendant 300 jours, ont été faites en solutions aérées et en solutions désaérées. Les résultats ont confirmé les précédents, c'est-à-dire l'aptitude de la fonte à l'enrouillement et celle de l'acier à la corrosion. Elles ont montré aussi que dans un mélange complexe de sels l'effet de totalisation ne se produit pas sur la valeur de l'attaque, mais sur la texture des produits de corrosion.

Le sulfate de calcium est précipitant en solutions aérées et désaérées; le chlorure de sodium précipitant en solution aérée, corrosif en solution désaérée; les sels de magnésium, toujours corrosifs, composent leurs effets pour produire une plus ou moins grande porosité des précipités.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Marcel Godchot* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur quelques synthèses de glycols à fonction éther-oxyde.**

L'action des organo-magnésiens sur le diglycolate d'éthyle a conduit l'auteur à de nouveaux glycols à fonction éther-oxyde : avec CH^3MgI, il a obtenu l'$\alpha.\alpha_1$ — tétraméthyldiéthylèneglycol cristallisé, très soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, fusible à 65°.

Avec C^6H^5MgBr, il a obtenu l'$\alpha.\alpha_1$ tétraphényldiéthylèneglycol cristallisé, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool éthylique, fusible à 126°. Chauffé en solution acétique, ce corps donne le dioxyde de diéthylène — $\alpha.\alpha_1$ tétraphénylé cristallisé, fusible à 178°-179°.

Par l'action de C^6H^5MgBr sur l'éthylméthyldiglycolate

d'éthyle, on obtient l'$\alpha.\alpha_1$ tétraphényl-β-éthyl-β, méthyl-diéthylèneglycol cristallisé, soluble dans l'alcool et l'éther ordinaires, fusible à 142°—143°. Chauffé en solution acétique, il donne le dioxyde de diéthylène-α—α_1 tétraphénylé-β-éthyl-β, méthylé cristallisé, fusible à 65°.

L'action du C^6H^5MgBr sur le méthyldiglycolate d'éthyl et sur le dilactylate d'éthyle, n'a fourni que des corps visqueux.

— *André Kling* et *Daniel Florentin* (prés. par M. C. Moureu). — **Sur l'hydrogénation du naphtalène et de l'anthracène à haute température et sous pression, en présence de catalyseurs non hydrogénants.**

Les auteurs ont montré, dans deux Notes précédentes (*C. R.*, 182, 1926, p. 389 et 526) que pour chaque molécule organique, il existait un seuil de température, à partir duquel s'amorçait son hydrogénation, seuil que l'on pouvait abaisser par l'emploi de catalyseurs appropriés. Les nouvelles recherches qu'ils ont effectuées leur ont montré qu'on peut admettre, pour seuil effectif d'hydrogénation du naphtalène, une température voisine de 475° et pour celui de l'anthracène une température voisine de 440°. L'adjonction de chlorure d'aluminium, ou de chlorure ferrique dans le cas de l'anthracène, abaisse respectivement ces seuils à 450° et à 425-430° En outre, l'adjonction d'un catalyseur augmente non seulement le rendement en produits liquides, mais encore la teneur de ces produits en carbures benzéniques.

— *Barré* (prés. par M. Béhal). — **Nouvelle méthode de préparation des acides α-cétoniques.**

Le bromure de magnésium-éthyle ne réagit, à basse température, que sur la fonction éther-sel du diéthyloxalate d'éthyle. On obtient en même temps la diéthylamide de l'acide α-éthyle-α-oxybutirique et le produit cétonique intermédiaire, c'est-à-dire la diéthylamide de l'acide propionylformique, ainsi que des traces de dipropionyle. Il reste environ 10 p. 100 d'éther diéthyloxamique non transformé. Le fait que l'on peut limiter la réaction à son terme cétonique permet de l'utiliser comme méthode de préparation des acides α-cétoniques.

— *A. Wahl* et *Féricéan* (prés. par M. Matignon). — **Sur la disulfisatyde.**

Lorsqu'en 1841 Laurent découvrit la disulfisatide, il lui assigna pour formule $C^{16}H^{12}O^2N^2S^2$. En 1824, MM. A. Wahl et Hansen ont montré l'exactitude de cette formule. Peu de temps après Sander proposa une autre formule C^8H^7ONS. De nouvelles recherches ayant été effectuées par MM. A. Wahl et Féricéan, ceux-ci, dans la présente Note, montrent que la formule indiquée par Laurent est réellement exacte.

— *J. Gampardou* (prés. par M. P. Sabatier). — **Préparation générale des hydrocarbures, par réduction des substances organiques. Emploi du carbone et de l'oxyde de carbone.**

Si l'on fait passer les vapeurs d'une substance organique ternaire, hydro-oxygénée sur du charbon de bois, il se produit, vers 450-500°, de l'oxyde de carbone avec un peu de CO^2 et on obtient le carbure d'hydrogène résultant de la réduction théorique de la substance mise en œuvre. L'auteur a étudié le mécanisme de la réaction ; il a vu que la réduction pouvait être aisément poussée jusqu'aux hydrocarbures et qu'elle présente aussi un caractère de très grande généralité. Ses recherches semblent bien montrer que les deux réactions déjà connues :

$$(1)\quad C + H^2O \rightarrow CO + H^2$$
$$(2)\quad CO + H^2O \rightarrow CO^2 + H^2$$

sont générales et applicables aussi bien à la chimie organique qu'à la chimie minérale. La réaction (1) est souvent endothermique, tandis que la réaction (2) est toujours exothermique.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — A. *Demay* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la zone mylonitique de Grimaud et le décollement antéstéphanien de la partie occidentale du massif des Maures.**

La puissante zone mylonitique, découverte d'abord à Grimaud et suivie seulement sur un kilomètre, est connue maintenant sur toute la largeur du massif des Maures, à la limite des micaschistes inférieurs et des gneiss de Saint-Tropez. Le mouvement de Grimaud est antéstéphanien et le Houiller du Plan-de-la-Tour s'est déposé sur le Cristallophyllien, déjà laminé ou mylonitique, qui affleure actuellement à sa bordure est. La démonstration du décollement de toute la partie occidentale du massif des Maures entraîne, quant à sa structure générale, des conséquences importantes.

— *Georges Mouret* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la constitution géologique de la région d'Arnac-la-Poste (Haute-Vienne).**

La région d'Arnac est occupée par des gneiss granitiques et par des granites à biotite. Elle se rattache donc, par sa constitution géologique, au grand massif granitique de la Creuse. Cette région, si uniforme comme composition de terrain, est située à un nœud de fractures, de glissements et de compressions longitudinales qui peuvent expliquer sa situation excentrique par rapport au grand massif granitique de la Creuse.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Ch. Achard*, *A. Grigaut* et *A. Lebanc* (prés par M. A. Desgrez). — **L'équilibre lipoïdique du sérum sanguin.**

Les auteurs pensent que les divergences observées dans le dosage des lipides du sang normal peuvent être causées par les altérations que ces corps subissent, au cours des opérations d'isolement et de purification : les modifications de leur solubilité dans les solvants organiques employés peuvent expliquer les pertes constatées. Ils évitent ces causes d'erreur, en traitant le sérum par une grande quantité d'un mélange de 3 parties d'alcool à 95° pour une partie d'éther sulfurique, et en menant le plus rapidement possible les opérations de filtration, d'évaporation et de purification par l'éther anhydre.

Il existe dans certains états morbides (fièvre typhoïde et pneumonie) une modification non seulement quantitative de la lipémie et de ses constituants, mais aussi qualitatives : le pourcentage d'acides non saturés contenus dans la masse des graisses et lipoïdes étant lui-même très diminué, la capacité lipo-iodique prend une valeur très faible.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *H. Colin* (prés. par M. Guignard). — **La saccharogénie dans la Betterave.**

Les pentoses libres, s'il en existe dans les feuilles de Betterave, ne s'y rencontrent qu'en infime proportion. Le sucre réducteur des feuilles, au voisinage immédiat de la souche, n'est formé que de lévulose et de glucose, ce dernier en quantité prépondérante. On ne sait rien de la façon dont s'effectue la synthèse du saccharose à partir de ce mélange. Il y a tout lieu de croire que la synthèse du sucre de canne s'accomplit de préférence à l'intérieur des éléments libériens.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Jacques Rollet* (prés. par M. Bazy). — **Recherches histologiques sur les greffes testiculaires chez les mammifères (Rat blanc).**

Les recherches de l'auteur, qui comprennent plus de 120 expériences, montrent qu'il n'y a jamais greffe vraie,

mais que les aspects morphologiques dont s'accompagne la résorption, d'ailleurs très lente, au transplant, peuvent peut-être expliquer les résultats physiologiques des greffes testiculaires rapportés de divers côtés.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *R. G. Werner* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **Symbiose obligatoire ou vie indépendante des champignons de Lichens.**

Les Ascomycètes de Lichens libérés de la gonidie sont véritablement capables de vivre indépendamment en culture pure, contrairement aux opinions émises par certains lichénographes. Ces champignons ressemblent morphologiquement, anatomiquement et physiologiquement aux Lichens correspondants; ils en diffèrent uniquement par leur multiplication.

BIOLOGIE. — *A. Gurwitsch* et *Mme L. Gurwitsch* (prés. par M. F. Mesnil . — **Sur le rayonnement mitogénétique secondaire.**

La réaction première et immédiate des cellules, en réponse au rayonnement mitogénétique, consiste en un déclenchement d'énergie accumulée dans la cellule et devant accomplir le travail de la mitose. Il paraît, d'après certaines données, que ce processus, àen juger d'après le rayonnement secondaire concomitant, précède l'acte même de la mitose, en offrant sous ce rapport une analogie avec le processus énergétique de la contraction musculaire. Ce point, d'une importance capitale, pourrait être facilement vérifié sur un matériel tel que les œufs d'oursin.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. G. Kœnigs est désigné pour représenter l'Académie au Congrès annuel de l'*Association Espagnole pour l'Avancement des Sciences* qui se tiendra à Cadix du 1er au 8 mai 1927.

Académie de Médecine. — M. A. Béclère est élu Vice-Président pour 1927, en remplacement de M. Balzer, démissionnaire pour raisons de santé. M. Béclère sera Président de droit en 1928.

Observatoire de Paris. — Le Conseil a constitué ainsi son Bureau pour 1927 :

Président : M. Paul Painlevé, membre de l'Institut; Vice-Président : M. le Vice-amiral Fournier, membre de l'Institut; Secrétaire : M. Fichot, membre du Bureau des Longitudes.

Institut international de coopération intellectuelle. — Une réunion des Directeurs des principales grandes bibliothèques du monde vient d'avoir lieu à Paris en vue de la création, à l'Institut international, d'un service de coordination de toutes les bibliothèques.

Les Directeurs de 400 bibliothèques ont déjà promis leur concours.

Conseil supérieur d'Hygiène de France. — M. Léon Noël, maître de requêtes au Conseil d'État, a été nommé auditeur au Conseil supérieur d'Hygiène publique en remplacement de M. Bouchard, démissionnaire.

Fondation George Montefiore. — L'Association des Ingénieurs sortis de l'Institut électrotechnique Montefiore (Liège) annonce que le Prix triennal de 20.500 francs qui devait être attribué en 1926 a été reporté exceptionnellement à 1927.

La date extrême pour la réception des travaux à soumettre au jury est fixée au 30 avril 1927.

Les travaux présentés porteront en tête du texte et d'une manière très apparente la mention : « Travail soumis au concours de la Fondation George Montefiore, session 1923-1926.

Règlement du Concours :

Le prix Montefiore est décerné, à la suite d'un concours international, au meilleur travail original présenté sur l'avancement scientifique et sur les progrès dans les applications techniques de l'électricité dans tous les domaines, à l'exclusion des ouvrages de vulgarisation ou de simple compilation.

Sont seuls admis au concours les travaux présentés pendant les trois années qui précèdent la réunion du jury. Ils doivent être rédigés en français ou en anglais et peuvent être imprimés ou manuscrits. Toutefois, les manuscrits doivent être dactylographiés et, dans tous les cas, le jury peut en décider l'impression.

Le jury est formé de dix ingénieurs électriciens dont cinq belges et cinq étrangers, sous la présidence du professeur-directeur de l'Institut électrotechnique Montefiore, lequel est de droit un des délégués belges.

Sauf les exceptions stipulées par le fondateur, ceux-ci ne peuvent être choisis en dehors des porteurs du diplôme de l'Institut électrotechnique Montefiore.

Par une majorité de quatre cinquièmes dans chacune des deux sections, étrangers et nationaux (lesquels doivent, à cet effet, voter séparément), le prix peut être exceptionnellement divisé.

A la même majorité, le jury peut accorder un tiers du disponible, au maximum, pour une découverte capitale, à une personne n'ayant pas pris part au concours ou à un travail qui, sans rentrer complètement dans le programme, montre une idée neuve pouvant avoir des développements importants dans le domaine de l'électricité.

Dans le cas où le prix n'est pas attribué, ou si le jury n'attribue qu'un prix partiel, toute la somme rendue ainsi disponible est ajoutée au prix de la période triennale suivante.

Les travaux dactylographiés peuvent être signés ou anonymes. Est réputé anonyme tout travail qui n'est pas revêtu de la signature lisible et de l'adresse complète de l'auteur.

Les travaux anonymes doivent porter une devise, répétée à l'extérieur d'un pli cacheté joint à l'envoi; à l'intérieur de ce pli, le nom, le prénom, la signature et le domicile de l'auteur seront écrits lisiblement.

Tous les travaux, qu'ils soient imprimés ou dactylographiés, sont à produire en douze exemplaires; ils doivent être adressés franco à M. le Secrétaire-archiviste de la Fondation George Montefiore, à l'hôtel de l'Association, rue Saint-Gilles, 31, Liège (Belgique).

Le Secrétaire-archiviste accuse réception des envois aux auteurs ou expéditeurs qui se sont fait connaître.

Les travaux dont le jury a décidé l'impression sont publiés au Bulletin de l'Association des Ingénieurs électriciens sortis de l'Institut électrotechnique Montefiore. De cette publication ne résulte pour les auteurs ni charge de frais, ni ouverture à leur profit de droits quelconques. Il leur est néanmoins attribué, à titre gracieux, vingt-cinq tirés à part.

Pour cette publication, les textes anglais peuvent être traduits en français par les soins de l'Association.

Comité Scientifique du Pétrole. — Le Comité Scientifique du Pétrole a tenu, le 4 mars, une séance sous la présidence de M. G. Charpy, membre de l'Institut.

Le Comité Scientifique a entendu M. H. Sainte-Claire-

Deville sur les travaux effectués aux Mines de la Sarre pour la réalisation d'un combustible pour gazogènes à partir du semi-coke. Un projet d'installation d'une usine d'essais et de démonstration pour la distillation du goudron primaire doit être étudié de concert entre l'Office National des Combustibles Liquides et les Mines Domaniales.

Le Comité a étudié plusieurs procédés dont il était saisi concernant la carbonisation et la mise en valeur des lignites. Il a proposé une subvention en faveur de l'Office Central de Chauffe Rationnelle pour la réalisation d'un programme de recherches de laboratoire, d'essais industriels et d'enseignement, relatif à l'emploi des combustibles et à l'étude des moteurs.

Le Comité Scientifique a enfin émis le vœu que toutes dispositions soient prises à l'occasion de la revision du tarif général des douanes, en vue d'encourager l'emploi des combustibles solides nationaux et leur distillation dans la métropole.

Congrès des Carburants. — Un Congrès des carburants aura lieu à Montpellier les 15, 16 et 17 juin 1927 à l'occasion de l'Exposition internationale. Ce Congrès est placé sous les auspices de l'Institut des Carburants de l'Université de Montpellier et des Groupements Economiques de la région méridionale.

Le Congrès se terminera le 17 juin par une excursion aux gisements de Pétrole de Gabian.

Les congressistes régulièrement inscrits trouveront une carte d'adhérent donnant accès aux séances du Congrès et donnant droit aux Comptes rendus *in-extenso* des travaux. La carte donnera également accès à l'Exposition internationale pendant les journées des 15 et 16 juin, ainsi qu'aux fêtes de nuit.

Le délai d'inscription sera clos le 1er juin.

Le programme du Congrès est envoyé sur demande adressée à M. le Commissaire général de l'Exposition, 16, rue de la République, à Montpellier. L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté de Médecine.* — Ont été nommés Agrégés :

Médecine. — MM. Chabrol, Donzelot, Hutinel, Pasteur Valléry-Radot.

Chirurgie. — MM. Brocq, Quénu, Gâtellier.

Physique. — M. Dognon.

Dermatologie et syphiligraphie. — M. Sézary.

— *Faculté de Pharmacie.* — Ont été nommés Agrégés :

Pharmacie chimique. — MM. Delaby, Picon et Fabre (René).

Pharmacie galénique. — M. Mascré.

Museum d'Histoire naturelle. — COURS DE CULTURE. — M. Bois, Professeur, commencera son Cours le 26 avril à 10 heures dans l'Amphithéâtre de Zoologie (36, rue Geoffroy-St-Hilaire) et le continuera à la même heure les vendredis et mardis suivants.

Le Professeur traitera des plantes à épices et à condiments, exotiques et indigènes. Histoire, culture, utilisation.

Le Cours sera complété par les visites et excursions suivantes :

28 *avril.* — Serres du Museum. Rendez-vous : 10 heures à l'entrée des serres, allée Zaharoff.

5 *mai.* — Laboratoire de Culture. Rendez-vous : 10 h. au Laboratoire, 61, rue de Buffon.

12 *mai.* — Galeries de Botanique du Muséum. Rendez-vous : 10 heures sous le péristyle de la Galerie.

15 *mai.* — Institut national d'Agronomie coloniale : Rendez-vous : 9 heures à la porte de l'Etablissement, avenue de la Belle Gabrielle, à Nogent-sur-Marne. S'inscrire au Laboratoire de Culture, 61, rue Buffon, avant le 7 mai.

19 *mai.* — Carré des Couches et Ecole de Botanique du Museum. Rendez-vous : 10 heures à la porte de l'Orangerie, allée Zaharof.

29 *mai.* — Exposition d'Horticulture du Cours la Reine. Rendez-vous : 9 heures à l'entrée de l'Exposition (porte du pont des Invalides). S'inscrire au Laboratoire de Culture avant le 23 mai.

2 *juin.* — Hortillonnages des environs d'Amiens. S'inscrire au Laboratoire de Culture avant le 25 mai, en versant le prix de l'excursion (repas compris). Nombre de places limité.

30 *octobre.* — Exposition d'Horticulture du Cours la Reine. Rendez-vous : 9 heures à l'entrée de l'Exposition (porte du pont des Invalides). S'inscrire au Laboratoire de Culture avant le 26 octobre.

Ecole Centrale des Arts et Manufactures. — Un emploi de répétiteur du Cours de Chimie générale organique et analyse organique est vacant. Les candidats devront adresser leurs demandes accompagnées de leurs titres à M. le Directeur de l'Ecole Centrale, 1, rue Montgolfier, Paris 3e avant le 1er mai.

Université de Bordeaux. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — Un emploi d'Agrégé d'Anatomie est vacant. Les candidats devront faire valoir leurs titres avant le 28 avril.

Sont nommés Agrégés :

Médecine. — MM. Aubertin et Damade.

Chirurgie. — MM. Charier et Loubat.

Histoire naturelle pharmaceutique. — M. Fourment.

Université de Lille. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — Sont nommés Agrégés :

Médecine. — M. Legrand (René).

Chirurgie. — M. Swynghedauw.

Histoire naturelle médicale et parasitologie. — M. Lavier.

Dermatologie et syphiligraphie. — M. Bertin.

Université de Lyon. — *Faculté mixte de médecine et de Pharmacie.* — Sont nommés Agrégés :

Anatomie. — M. Gabrielle.

Physique médicale. — M. Chevallier (André).

Médecine. — MM. Dumas (Antoine), Dufourt, Devic.

Chirurgie. — MM. Rochet et Wertheimer.

Anatomie pathologique. — M. Martin (Joseph).

Histoire naturelle pharmaceutique. — M. Manceau.

Université de Montpellier. — *Faculté de Médecine.* — A été nommé Agrégé :

Obstétrique. — M. Coll de Carrera.

— *Faculté de Pharmacie.* — A été nommé Agrégé :

Pharmacie chimique. — M. Canale.

Université de Nancy. — *Faculté de Médecine.* — Ont été nommés Agrégés :

Médecine. — M. Simonin (Pierre).

Chimie. — M. Sannié.

Université de Toulouse. — *Faculté de Médecine et de Pharmacie.* — Ont été nommés Agrégés :

Médecine. — MM. Riser et Roques.

Université de Caen. — *Faculté des Sciences.* — La Faculté des Sciences est autorisée à délivrer un certificat d'études supérieures portant le titre de : « Certificat d'analyse supérieure. »

Université de Poitiers. — *Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Limoges.* — Il est créé à l'Ecole préparatoire :

1° Une chaire de clinique ophtalmologique; 2° une chaire d'hygiène sociale; 3° une emploi de Chargé de conférences d'anatomie pathologique et démonstrations; 4° un emploi de Chargé de conférences et de travaux pratiques de parasitologie; 5° un emploi de Chargé de conférences de psychiâtrie; 6° un emploi de Chargé de conférences de botanique pharmaceutique; 7° un emploi de Chargé de conférences de chimie analytique et organique pharmaceutiques; 8° un emploi de chef de travaux pratiques de chimie pharmaceutique.

— M. Duverger, Professeur de clinique ophtalmologique à la Faculté de Médecine de Strasbourg, en congé, est nommé professeur de clinique ophtalmologique. — M. Marchand est nommé professeur d'hygiène sociale.

Sont chargés, du 1er mars au 31 octobre 1927, des conférences ci-après désignées : M. Durand, anatomie pathologique et démonstration; M. Devaux, parasitologie; M. Calmette, psychiâtrie; M. Bonneaud, chimie analytique et organique pharmaceutiques. M. Cumia, botanique pharmaceutique.

Université d'Alger. — M. Reygasse est nommé Chargé de Cours d'Ethnographie et Archéologie préhistorique de l'Afrique du Nord. L. F.

— *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie*. — Sont nommés Agrégés :

Anatomie. — M. Ribet.
Pysiologie. — M. Hermann.
Chirurgie. — M. Duboucher.
Chimie. — M. Wenschendorff.
Obstétrique. — M. Hoüel.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Coup d'œil sur la théorie des déterminants supérieurs dans son état actuel, par Maurice Lecat. In-4° de 60 pages. Centerick, Louvain.

Coup d'œil sur la théorie de la multiplication des déterminants d'ordre supérieur, (*Extraits des Annales de la Société Scientifique de Bruxelles*), par le même. Presses Universitaires de France, Paris.

Ces deux brochures sont consacrées à une théorie encore peu répandue et cependant très féconde, qui n'est pas une banale extension des déterminants plans. Les déterminants d'ordre supérieur s'introduisent de la manière la plus naturelle dans l'étude des invariants algébriques ou différentiels. Leur étude emprunte à la topologie combinatoire d'importants éléments qui contribuent peut-être à la rendre un peu aride, mais qui sont des rouages indispensables de la question. Quoi qu'il en soit, les deux brochures très substantielles et très concises de M. Lecat seront bien accueillies par tous ceux que pourrait effrayer la lecture de traités trop longs sur ce sujet. Exprimons le vœu que l'auteur consente à publier aussi, dans le même esprit, un aperçu des applications de cette théorie : un tel travail, du plus haut intérêt, rendrait à coup sûr des services éminents. G. Bouligand

Les fondements des mathématiques : de la géometrie d'Euclide à la Relativité générale et à l'intuitionnisme, par F. Gonseth, professeur à l'Université de Berne, avec une préface de J. Hadamard, membre de l'Institut. In-8° de 240 pages avec figures. Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Il manquait d'ouvrage enseignant en langue française la philosophie des mathématiques d'une manière accessible et sûre. A quoi remédie le livre de M. F. Gonseth, en même temps qu'il met au point des discussions récentes, au cours desquelles la stabilité de l'édifice géométrique semblait en cause.

Mais, tant pis pour qui prétend raisonner indépendamment du principe du tiers exclu : la fine et ironique préface de M. Hadamard le remet à sa juste place. Il s'y proclame d'accord avec les idées de l'auteur; résumées par lui-même en ces termes : « Il n'est pas possible d'expliciter les concepts scientifiquement mathématiques, tels que le nombre, le continu, etc... Ce sont des créations irréductibles de notre esprit... Le rôle que les concepts prennent dans les constructions schématiques ou théoriques, telles que la géométrie, la mécanique, ne peut être saisi que dans leurs rapports avec l'intuition et l'expérience... La logique est un schéma de cette même nature ».

Ces idées déterminent le plan de l'ouvrage. Il débute par la reprise *ab ovo* des questions relatives aux fondements de la géométrie, d'où : introduction nécessaire de l'axiomatique; après s'être familiarisé avec cette méthode en l'appliquant à l'espace euclidien et à l'analyse du continu, on apprend à la mieux connaître, par les développements consacrés à la construction des continua et aux géométries euclidiennes. Les chapitres suivants nous éclairent sur les rapports très intimes entre la théorie et l'expérience et nous mènent au pays de la relativité. Après cette étude d'ensemble, vouée à la construction axiomatique de la géométrie et de la Physique, un dernier chapitre, intitulé *Les Mathématiques et la Logique* nous fait remonter aux sources profondes du raisonnement, au continu, au nombre, aux classes, aux ensembles, aux principes de la déduction. On en vient à cette conclusion que l'axiomatique ne saurait se suffire à elle-même et qu'il faut se réclamer de l'intuition pour sauver la mise. C'est, comme le dit irrévérencieusement M. Hadamard, « le retour à l'état métaphysique! »

Un mot encore : le grand talent didactique de l'auteur donne à son exposé un tour extrêmement vivant. Son habileté à associer, aux demandes pressantes du logicien, des réponses typiques et substantielles fait de son œuvre, même au point de vue mathématique, un ensemble puissamment instructif. Mais je n'insiste pas davantage, car cette œuvre est de celles dont il n'est même pas besoin de recommander la lecture.

G. Bouligand.

Lezioni di Meccanica Razionale, vol. II, 1re part., par MM. Levi-Civita et U. Amaldi. In-8° de 520 p. N. Zanichelli, éditeur, Bologne. — Prix : 65 lires.

A l'unanime satisfaction, les Leçons de Mécanique Rationnelle de MM. T. Levi-Civita et U. Amaldi, dont le tome I traite de la Cinématique et de la Statique se développent au-delà du programme initialement annoncé. Le second volume, consacré à la Dynamique des systèmes possédant un nombre fini de degrés de liberté est ainsi dédoublé, sans détriment d'un troisième volume réservé à la Mécanique des Milieux continus. Voici le plan de subdivision du tome II :

1re *partie* : dynamique du point, mécanique céleste, notions cinétiques, théorèmes généraux, équations de Lagrange, systèmes non holonomes, stabilité et vibrations.

2e *partie* : dynamique des solides, équations canoniques, principes variationnels, impulsions.

La première partie, dont nous nous occupons ici, débute par deux importants chapitres sur la Dynamique du point, « qui non seulement s'impose comme étude préliminaire en raison de sa schématique simplicité, mais

encore constitue la base de la Dynamique des systèmes. » L'exposé fait place à la balistique extérieure et à l'influence de la rotation terrestre sur divers mouvements. Il donne à ces questions classiques un aspect nouveau et attrayant. Un charme d'actualité encore plus vif se dégage du chapitre III, relatif à la Mécanique Céleste, qui contient le calcul de l'effet Einstein, appliqué au déplacement du périhélie de Mercure, et un aperçu général de la théorie de Bohr sur la structure des atomes. Puis nous passons, dans les trois derniers chapitres, à la Dynamique des systèmes, développée, à partir du principe de d'Alembert, par les équations de Lagrange (pour le cas des liaisons holonomes). Signalons spécialement à l'attention du lecteur les points suivants :

1° Systèmes non holonomes : équations de Maggi, recherches de Volterra, équations d'Appell.

2° Trajectoires d'un système dynamique dans l'espace des configurations, mouvements spontanés et géodésiques.

3° Discussion de la stabilité, solutions stables des systèmes différentiels, théorème *généralisé* de Lejeune-Dirichlet, stabilité conditionnelle de Routh, critères d'instabilité, etc.

Toutes ces questions délicates sont exposées avec une magistrale simplicité et avec un grand art de rapprocher les résultats nouvellement acquis des théories plus anciennes. L'intérêt du livre est encore rehaussé par la riche collection d'exercices, placés à la suite de ses différents chapitres et répondant simultanément à divers buts : entraîner l'étudiant à l'application aisée des principes fondamentaux, le conduire à des propositions complémentaires importantes, l'aiguiller sans grand effort vers des problèmes touchant à la Science de demain.

G. Bouligand.

L'origine et la fin des mondes, par P. Busco. In-12 (*La Culture moderne*) de 122 pages avec figures. Librairie Stock, Paris 1926. — Prix : 5 francs.

Les problèmes que soulèvent l'origine et la fin des mondes sont parmi les plus passionnants qui se posent à la curiosité scientifique. Ils ont été abordés par les savants et les philosophes sans qu'aucune solution puisse être considérée comme définitive. Mais ce défaut de certitude n'est pas pour diminuer leur intérêt. On s'en apercevra en lisant l'ouvrage que M. Busco vient de leur consacrer.

Après avoir rappelé, dans leurs grandes lignes, nos connaissances actuelles sur la structure de l'Univers, l'auteur expose le principe des cosmogonies que philosophes et savants ont développé depuis Parménide, en les groupant en cosmogonies anciennes, cosmogonies dualistes, cosmogonies monistes et cosmogonies météorologiques. En un dernier chapitre, il aborde la question de savoir si l'Univers aura une fin.

L'auteur fait constamment preuve, dans la critique des théories, d'un esprit véritablement philosophique. Ce qui l'intéresse surtout, c'est la marche que suit l'esprit humain pour arriver à la connaissance positive. Il sait mettre le lecteur en garde contre les affirmations hâtives : « Il faut bien nous rendre compte, conclut-il, que nous côtoyons toujours ici la métaphysique, et que les solutions que nous adoptons touchant un commencement, ou une fin absolue de l'Univers, ou concernant son éternité appartiennent à un domaine qui dépasse la science et se rattachent aux affirmations simplement probables ».

A. Bc.

L'électron, par R. A. Millikan, traduit sur la deuxième édition américaine, par A. Lepape. In-8° de 346 pages, avec 42 figures. (*Nouvelle Collection scientifique*). Alcan, éditeur, Paris, 1926. — Prix : 12 fr.

Tout le monde connaît les belles recherches effectuées sur l'électron par M. Millikan qui, à l'aide d'expériences ingénieuses et précises, a pu notamment déterminer la charge de l'électron et prouver qu'il n'existe pas de sous-multiples de cette charge. Il a résumé, en un livre paru il y a quelques années, la genèse, le développement et l'état actuel de nos connaissances sur l'électron. De cet ouvrage M. Lepape nous donne une traduction élégante et sûre que les lecteurs français apprécieront.

Tous ceux qui désirent connaître quelles transformations ont subi depuis cent ans les théories de l'électricité, comment on est arrivé peu à peu à cette conclusion que l'électricité négative se présente sous forme de grains indivisibles, véritables atomes d'électricité négative, par quelles méthodes, de plus en plus précises, a été déterminée cette charge élémentaire, comment la valeur de cette charge se relie à un certain nombre de grandeurs de l'atomistique, ce qu'on sait actuellement sur la structure des atomes, devront lire le petit livre, accessible à tous les esprits cultivés, où M. Millikan a exposé ces questions captivantes entre toutes avec une maîtrise et un art incomparables.

A. Bc.

Les ondes électriques courtes, par René Mesny. — Conférences-rapports de documentation sur la physique. In-8° de 163 pages avec 68 figures. Les Presses Universitaires de France, Paris. — Prix : 30 francs.

Les ondes électriques courtes ont pris un développement extraordinaire dès que l'on s'est aperçu des portées considérables qu'elles permettaient d'obtenir avec des puissances relativement faibles. Il était intéressant d'avoir une vue d'ensemble sur les résultats encore bien incohérents obtenus avec ces ondes et sur les théories destinés à expliquer tous ces phénomènes. L'ouvrage de M. Mesny, dont les travaux sur les ondes courtes sont bien connus de tous les techniciens, est venu, d'une façon heureuse, combler une lacune. Ce livre contient un exposé complet de toutes les questions relatives aux ondes courtes, tant en ce qui concerne les applications techniques que les études scientifiques et les travaux de laboratoire.

L'étude de la propagation domine aujourd'hui toutes les questions qui se posent au sujet des ondes courtes. Dans le premier chapitre, on trouvera l'état actuel des travaux théoriques sur la propagation : résultats de l'observation, constante diélectrique et conductibilité des gaz ionisés, réfraction et absorption ioniques, influence du champ magnétique terrestre, expériences relatives à la détermination de la hauteur de la couche de Kennely-Heaviside ; cette étude se termine par une critique des théories ébauchées.

Le deuxième chapitre traite de l'émission : générateurs à tubes électroniques, stabilisateurs de fréquence, quartz, antennes, rayonnement des antennes, systèmes dirigés ; et de la réception : antennes désaccordées ; étude de la réaction et de la superréaction.

Le troisième chapitre est consacré aux études de laboratoire : montages de Barkausen et de Gill et Morell, théories de leur fonctionnement ; emploi des ondes très courtes à la mesure des longueurs d'onde et des vitesses de propagation sur fils ; expériences de polarisation rotatoire et de diffraction par réseaux ; dispersion et absorption sélective de l'eau ; jonction du domaine des ondes électromagnétiques à celui des infra-rouges.

L'ouvrage est accompagné d'une bibliographie très

importante dont les articles sont analysés dans le cours du texte. P. ABADIE.

Généralités de Chimie. (Essai d'Introduction aux études biologiques). Programme du P. C. N., par R. CORNUBERT, Professeur de la Faculté des Sciences de Nancy. In-16 de 220 pages. Presses Universitaires, Paris. — Prix : 20 francs.

Les Généralités forment assurément un des chapitres les plus intéressants de la Chimie mais aussi un des plus difficiles pour le jeune étudiant qui les trouvent rarement exposées avec assez de développement et de clarté dans les ouvrages qui ont à traiter du programme entier de chimie. Aussi M. Cornubert a-t-il été bien inspiré en leur consacrant un livre spécial, plein de faits et d'idées. S'adressant aux étudiants du P. C. N. et du P. C. N. supérieur, il n'a pu avoir recours qu'aux connaissances de mathématiques les plus élémentaires et aux notions de physique exigées au baccalauréat. Il a réussi cependant à évoquer les théories de la chimie physique moderne et à montrer les liens qui existent entre cette science et les phénomènes vitaux. L'ouvrage est partagé en cinq parties : Nature chimique des corps, loi des combinaisons, notation; état physique et changement d'ébats; détermination des poids atomiques et des poids moléculaires; étude générale des réactions chimiques; étude générale des propriétés. Un appendice traite de la constitution des atomes et des rapports entre les corps simples. J. B.

Atlas elemental del Nuvols. *Atlas élémentaire des nuages*, par Edouard FONTSERÉ. Avec préface du général Delcambre. Traduit par Ph. Wehrlé. In-4° de 50 pages avec 15 figures et 32 planches. Gustave Gill, éditeur, Barcelone.

L'importance de l'étude des nuages dans la météorologie est chaque jour croissante. Ces météores matérialisent les courants atmosphériques, ils matérialisent aussi les grandes discontinuités entre masses d'air d'origines différentes qui jouent un rôle capital dans la météorologie dynamique; leur observation est la seule avec celle de la pression qui puisse nous renseigner sur les perturbations qui se produisent en altitude. Mais une bonne utilisation des observations de nuages suppose que les météorologistes donnent tous le même nom au même nuage. Un atlas international avait été établi en 1896. Son édition est épuisée. En attendant que la Commission Internationale des nuages compose un nouvel atlas, on doit féliciter M. Fontseré de la publication luxueuse qu'il vient de faire. Etablie plus particulièrement pour les météorologistes de la Catalogne, elle sera utilement consultée par tous. Nous devons aussi particulièrement remercier M. Fontseré d'avoir adjoint au texte catalan une traduction française.

J. B.

La pêche et les poissons. Dictionnaire général des pêche, par H. de la BLACHÈRE, accompagné d'un supplément par E. RENOIR, RYNEZ et L. JOUENNE. Tome I (A à E). In-8° de 272 pages avec 306 figures et 12 planches en couleurs. Delagrave, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Cette nouvelle édition va transformer l'excellent ouvrage de M. H. de la Blachère en une véritable encyclopédie des pêches qui intéressera aussi bien les amateurs de sciences naturelles que les pêcheurs de nos côtes ou de nos rivières. Plutôt que de remanier complètement le texte d'un livre aussi connu MM. Renoir, Rynez et Jouenne ont préféré en conserver l'essentiel et le compléter par un supplément où ils exposeront toutes les données scientifiques et techniques nouvelles, tous les progrès qui ont été apportés à l'exploitation rationnelle des eaux douces et salées.

On y trouvera les méthodes les plus efficaces pour capturer les poissons et les crustacés qui peuplent nos mers, nos fleuves et nos étangs, en même temps que l'exposé des mesures susceptibles d'améliorer l'aménagement de nos rivières et la protection de leur population. On y trouvera également la description des espèces les plus répandues avec tous renseignements utiles sur leur anatomie, leur physiologie, leurs mœurs et leurs habitudes; enfin tout ce qui a trait aux lois et règlements sur la pêche y est traité et commenté avec soin. Une place spéciale a même été faite aux pêches sportives; mais de toutes les améliorations apportées à ce dictionnaire remarquablement édité et illustré, la plus opportune est la large place qui a été faite aux pêches maritimes, auxquelles M. de la Blachère n'avait pu consacrer le volume spécial qu'il avait projeté d'écrire à la suite de celui qui, pendant plus de cinquante ans, aura été le guide préféré de tous nos pêcheurs d'eau douce.

L'ouvrage complet paraîtra en quatre volumes dont le dernier sera consacré au supplément; il sera illustré de 1.136 figures et de 52 planches en couleurs dont trois seront consacrées aux mouches qu'on emploie comme appâts. On remarquera, dans ce premier volume, de nombreux articles à la fin desquels un renvoi indique de se reporter au supplément où l'on trouvera tous les faits nouveaux. Ainsi remanié et modernisé, le Dictionnaire des pêches est appelé à d'autant plus de succès que l'on a enfin compris la nécessité de ménager notre cheptel et de nous organiser pour exploiter rationnellement notre domaine aquatique. A. B.

La conscience comme principe spirituel, par Jean de SAINT-PRIX. In-8° de 233 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Jusqu'ici la théorie philosophique de la conscience comprenait deux grandes divisions distinctes, quoique intimement solidaires : l'étude de la conscience, fonction expérimentale de l'esprit et l'étude de la conscience, fonction normative du devoir; autrement dit, conscience psychologique et conscience morale, la première servant de base à la seconde.

M. J. de Saint-Prix, dans un essai original et profond, hardi et solide lie les deux aspects du problème, et nous présente la conscience comme le fond métaphysique de tout notre être spirituel, comme l'essence unique et irréductible du principe pensant.

Ce remarquable travail doit nous arrêter d'autant plus qu'il est la thèse scolaire d'un jeune homme de 19 ans, soutenue avec éclat devant la Faculté des Lettres de Paris, pour le diplôme d'études supérieures de philosophie, en 1915. La mort de l'auteur, survenue le 15 février 1919, a brisé une carrière qui promettait d'être féconde et brillante, à en juger par cette œuvre de précoce maturité.

Et d'abord, sont successivement passées en revue et soumises à l'examen les principales conceptions de la conscience psychologique.

La conscience est-elle la forme commune à tous les faits de l'ordre mental (substantialisme cartésien, criticisme Kantien, pragmatisme bergsonien)? Est-elle un simple épiphénomène par rapport à ce même ordre mental, selon la doctrine empirique ou matérialiste?

Puis, M. de Saint-Prix dégage sa conception propre de la conscience et de sa nature, propose sa définition, que nous avons sommairement indiquée plus haut. Pour lui, la conscience est, au fond non pas seulement la trame de notre personnalité, mais notre personnalité même tout entière, bien vivante et s'affirmant sans cesse par son

initiative, sa volonté et sa liberté. Chaque état de conscience est comme une étape de notre individuelle évolution, issue de nos états antérieurs et préparant l'épanouissement de nos états futurs. En d'autres termes, la conscience est l'intuition ou la perception discursive de notre continuité active, présentement sentie et aperçue, puis remémorée et généralisée, jaillissant du passé, se saisissant dans le présent et se projetant dans l'avenir.

Toutes ces vues se déroulent dans une belle dissertation, bien ordonnée, méthodiquement découpée en chapitres, où est analysé et décrit le rôle de la conscience dans la vie naturelle et sociale; dans la vie spirituelle de la science, de l'art, de la religion, c'est-à-dire des divers aspects de l'idéal et de la contemplation. A signaler un appendice qui a tout l'air d'un hors-d'œuvre, sur les analogies douteuses du déterminisme scientifique et de l'hypothèse mécaniste; mais la solution est ingénieusement rattachée à l'ensemble du système élaboré par l'auteur, puisque, pour lui, le déterminisme en général, n'est pas autre chose qu'un effet du *principe d'identité*, qui est, lui-même, la grande loi, la condition essentielle de la conscience.

Ces fines et minutieuses argumentations, parfois subtiles, souvent même paradoxales, au moins en apparence, sont, malgré l'aisance d'une langue souple et limpide, d'une lecture qui ne paraît pas précisément accessible à tout le monde, même aux personnes cultivées par ailleurs, mais insuffisamment rompues aux disciplines philosophiques.

LOUSTAU-CHARTEZ.

Life and Evolution, par S. J. HOLMES, professeur de zoologie à l'Université de Californie. In-8°, 449 pages, 227 figures. Harcourt, Brace et Comp., éditeurs, New-York, 1926.

C'est une introduction à la Biologie générale, à l'usage des étudiants. Les chapitres se suivent dans l'ordre classique : Distinction entre le vivant et le non-vivant; protoplasma; cellule; division cellulaire; tissus, etc. Les derniers chapitres sont relatifs à l'hérédité, l'évolution organique, et les théories de l'évolution. L'auteur insiste, en terminant, sur l'intérêt de l'eugénique pour le perfectionnement de la race humaine.

A. DRZ.

Cours de Géologie et Minéralogie, par G. COURTY. (*Encyclopédie industrielle et commerciale*), 6e éd. In-8 de 355 pages avec 119 figures et 21 planches en phototypies. Eyrolles, éditeur Paris. — Prix : 40 francs.

Le programme du cours de M. Courty, très vaste, embrasse la minéralogie, la pétrographie, la paléontologie, la stratigraphie, les gîtes métallifères et minéraux, la tectonique, la paléogéographie et l'hydrologie. Grâce à une abondante illustration, les sujets traités par l'auteur sont rendus aisément accessibles au lecteur. Dans le texte, celui-ci trouvera constamment des exemples géographiques, qui lui permettront d'acquérir des notions concrètes sur les sujets traités. Le point de vue pratique occupe naturellement une place importante dans le livre. Peut-être aurait-il même pu y être plus prédominant encore sur les notions théoriques, qui parfois gagneraient à être exposées d'après un mode moins historique et plus d'actualité. Certaines figures, empruntées à des ouvrages de seconde main, seront certainement améliorées dans la prochaine édition. Le chapitre de paléographie notamment demanderait une révision complète. Il faut féliciter néanmoins l'auteur pour la remarquable iconographie paléontologique qui termine ce livre, intéressante tentative de vue générale de la géologie appliquée.

L. J.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Paul Bary. — Où en est la Chimie colloïdale. In-8° de 323 pages avec 73 figures. (*Collection de Mises au point*). Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

Jacques Henri-Robert. — Manuel du Cineaste-Amateur. In-8° de 80 pages avec figures et diagrammes. J. de Francia, éditeur, Paris. Prix : 7 fr. 50.

Dr Besson et Dr Ehringer. — La pratique de la désinfection. Guide du Médecin et de l'Hygiéniste. In-8° de 852 pages avec figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 75 francs.

Bouasse. — Acoustique. Cordes et membranes. Instruments de Musique à cordes et membranes. In-8° de 505 pages avec figures. Delagrave, éditeur, Paris.

Levy-Valensi. — Les vertiges. In-16 de 118 pages avec 41 figures. Maloine, éditeur, Paris.

Fauré-Frémiet. — Où en est l'Embryologie ? (*Collection des Mises au point*). In-8° de 252 pages avec 51 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 28 francs.

A. Niceforo et E. Pittard. — Considérations sur les Rapports présumés entre le cancer et la race d'après les statistiques anthropologiques et médicales de quelques pays d'Europe. In-8° de 330 pages avec figures. Publié par la Société des Nations. Genève.

Dr René Jeannel. — Faune cavernicole de la France. In-8° de 334 pages avec 74 figures. (*Encyclopédie entomologique*). Paul Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 75 francs.

Nos plantes médicinales de France : 6e série de planches en couleurs. Publié par l'Office National des Matières Premières, 12, avenue du Maine, Paris. — Prix : 1 fr. 75 la série de 8 planches.

Charles Richet. — L'Intelligence et l'Homme. Etude de psychologie et de physiologie. In-8° de 375 pages (*Bibliothèque de Philosophie contemporaine*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

Dr Pierre Janet. — De l'Angoisse à l'Extase. Etude sur les croyances et les sentiments. Un délire religieux. La croyance. In-8° de 527 pages avec 37 figures et 3 planches en couleur. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 70 francs.

A. Boutaric. — La Chaleur et le Froid. In-16 de 280 pages avec 68 figures. (*Bibliothèque de Philosophie scientifique*). Flammarion, éditeur, Paris. — Prix 12 francs.

Annales de l'Institut national Agronomique. T. XVIII. In-8° de 298 pages avec figures. Baillière, éditeur, Paris.

Risch, Brétignière, Guichard et Jouvet. — Grignon. Le Château et l'Ecole. (Volume publié à l'occasion du Centenaire de l'Ecole). In-8° de 301 pages avec figures et planches hors-texte. Editions de la Bonne Idée, 152, rue de Vaugirard, Paris. — Prix : 20 francs.

E. C. Florance. — L'archéologie préhistorique, protohistorique et gallo-romaine en Loir-et-Cher, 4e partie, t. I. Age du Fer ou Epoque Gauloise. In-8° de 663 pages avec 110 figures. Imprimerie Duguet, Beaugency (Loiret).

Georges Nègre. — La Tourbe. Formation. Gisements français. Exploitation. Traitement. Utilisation industrielle. In-8° de 240 pages avec 11 figures et 17 planches. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Impr. P. & A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 9 — 65e ANNÉE — 14 MAI 1927

L'OBSERVATOIRE DE PARIS ET LES OBSERVATOIRES FRANÇAIS

I. — De leur origine jusqu'en 1926.

Une première étape dans le développement de l'Observatoire de Paris a été brillamment parcourue de 1666 à 1794 sous la direction des quatre Cassini ; Ch. Wolf en a écrit et publié l'histoire. Une seconde s'est étendue de la reprise du travail en 1800 jusqu'en 1854. A cette nouvelle étape est attaché le nom de François Arago qui, de 1843 jusqu'à sa mort, dirigea l'Observatoire par délégation du Bureau des Longitudes. Physicien éminent, il a, écrit Tisserand, introduit la physique en Astronome, s'occupant des surfaces des planètes et des phénomènes qui s'y développent ; mais il ne pouvait pas prévoir qu'un jour la chimie pénétrerait dans le domaine de l'astronomie et nous dévoilerait la constitution intime des corps célestes ; l'analyse spectrale n'a été découverte qu'après sa mort. Depuis l'avènement de Le Verrier se sont développées, pour l'Observatoire de Paris et l'Astronomie française, deux autres étapes marquées par des travaux qui ont très grandement honoré la France.

Le Verrier débuta par la publication d'un *Rapport sur l'Observatoire impérial et Projet d'organisation*. Au moment de laisser à un autre la responsabilité d'une lourde tâche, je dois passer en revue l'état des recherches astronomiques, examiner les moyens de travail dont disposent les astronomes français, les mesures à prendre pour que toute recherche leur soit permise. A la seconde page de son Rapport, Le Verrier a écrit : « Depuis l'époque où les Ptolémée fondèrent l'Observatoire d'Alexandrie, l'Astronomie a été chez les divers peuples l'objet d'une prédilection constante. Jamais toutefois les esprits ne s'étaient portés vers la culture de cette science avec une activité pareille à celle dont nous sommes les témoins, et qui, en plusieurs pays a fait de l'Astronomie une science vraiment nationale : le mot n'a rien d'exagéré. Le moment est venu pour la France d'examiner sans faiblesse le rôle qu'elle a gardé dans ce grand mouvement scientifique et de fixer avec résolution la part qu'elle veut s'y réserver désormais. » C'est de la constitution d'un ensemble de premier ordre qu'il s'agira dans cet exposé.

Le Verrier voyait grand. Né en 1811, entré à l'Ecole Polytechnique en 1831, élève ingénieur des tabacs en 1833, il publiait dès 1835 un mémoire sur les combinaisons du phosphore avec l'hydrogène ; en 1837, un autre sur les combinaisons du même métalloïde avec l'oxygène. Devenu dans cette même année répétiteur d'astronomie à l'Ecole Polytechnique, il orientait immédiatement ses travaux vers l'Astronomie théorique et préludait à l'élaboration complète, à laquelle il a consacré sa vie entière, des théories des mouvements des planètes principales. Chemin faisant, et dans un mémoire daté du 6 octobre 1846, il donnait la position de la planète inconnue qui produisait les irrégularités du mouvement d'Uranus. Le 18 septembre il la communiquait à l'astronome Galle, de Berlin, qui, recevant la lettre le 23, trouvait le soir même, à l'aide d'une carte de Brémiker, la pla-

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

nète qui a gardé le nom de Neptune. A 35 ans, Le Verrier (fig. 98) couvert de gloire, poursuivait ses travaux dont il donnait le plan à de Salvandy, ministre de l'Instruction publique. Huit ans après, en février 1854, il était nommé Directeur de l'Observatoire de Paris.

Dans le rapport que lui imposait le décret organique du 30 janvier, Le Verrier, en décembre de la même année, a divisé les observations astronomiques en deux classes, dont l'une comprend la détermination des matériaux qui permettent d'étudier les lois des mouvements célestes et la nature intime des forces qui régissent le monde. Ce genre d'observations, dont l'ensemble appartient à l'astronomie de précision, devra, dit-il, occuper le premier rang dans ce rapport, comme il le tient effectivement dans la science.

Les observations méridiennes ont, sous la direction de Le Verrier, constitué la plus grande partie des travaux de l'Observatoire de Paris ; il n'en avait pas été de même avant lui. En 1863 fut installé le grand cercle méridien utilisé pour les observations des étoiles de Lalande et celle des petites planètes. En 1878, Loewy et Périgaud commencèrent l'étude systématique du cercle méridien du jardin, dû à la libéralité de Raphaël Bischoffsheim. En 1875 avait été installé le grand télescope de 1 m. 20 d'ouverture.

Au point de vue de la physique du globe, le développement des recherches scientifiques à l'Observatoire aboutit à la création du Bureau central Météorologique, devenu, depuis, l'Office National Météorologique. Au point de vue astronomique, l'essentiel était de poursuivre les travaux prévus dès 1854, dont le principal était la réobservation du catalogue de Lalande. Il ne pouvait, en effet, être question avant le 5 février 1870, date de la révocation de Le Verrier, d'orienter l'Observatoire vers l'application des découvertes des physiciens, et quand, le 13 février 1873, Le Verrier fut rétabli par Thiers dans les fonctions de Directeur de l'Observatoire, il avait besoin de tout ce qui lui restait de forces pour achever la théorie des planètes extérieures qu'il avait avancée considérablement pendant l'interrègne. Le 12 juillet 1876 il annonçait à Airy l'achèvement de ses Tables de Neptune. Il mourait à l'Observatoire le 23 septembre 1877, jour du 31e anniversaire de la

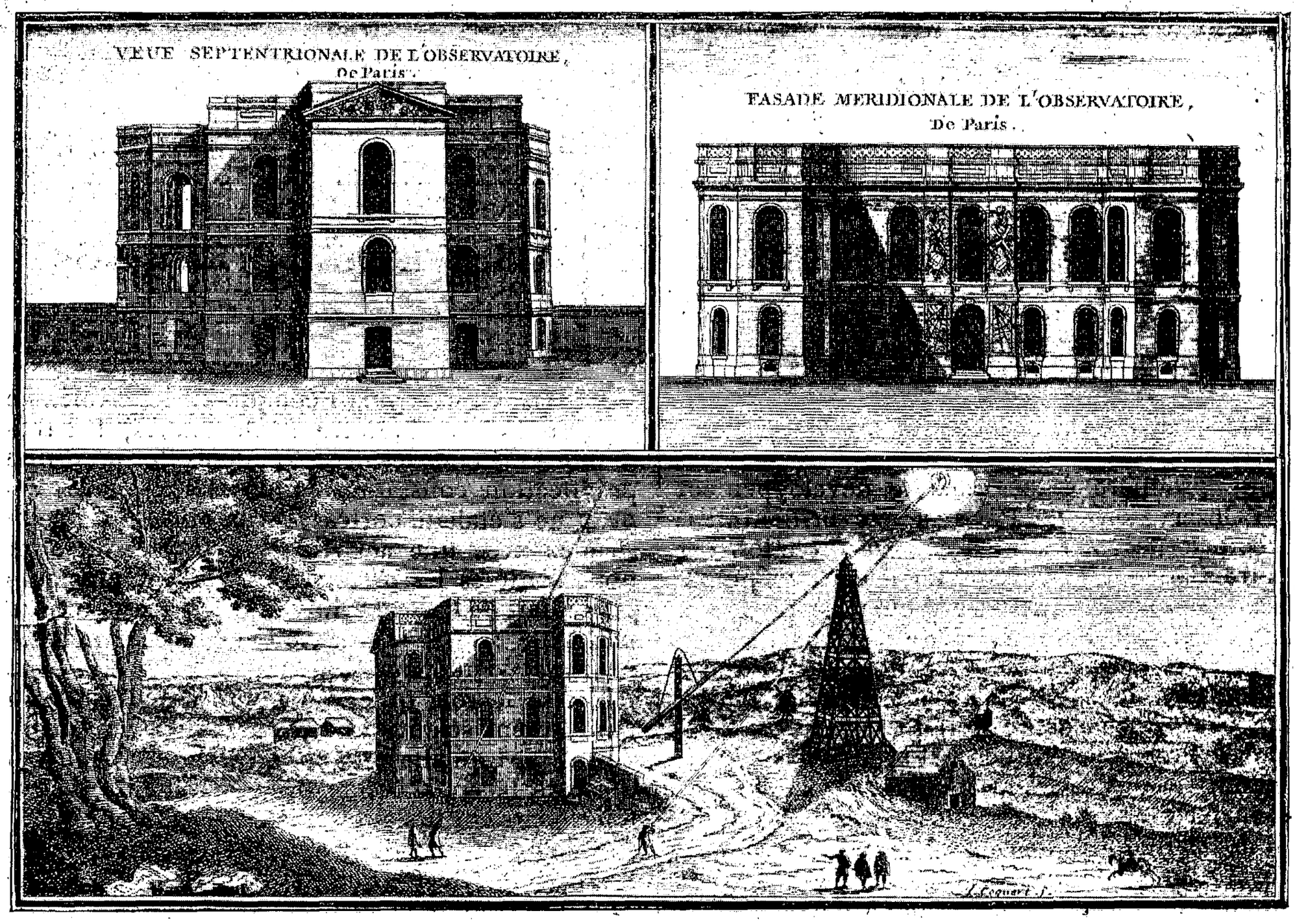


Fig. 97.
L'Observatoire de Paris en 1704, 20 ans après la construction. (Le Pylone de droite est l'ancienne Tour des eaux de Marly.)

découverte de Neptune. Les 33 années écoulées depuis son entrée à l'Observatoire constituaient dans l'existence de cet établissement une troisième étape, dans laquelle ont été publiés 14 volumes d'Annales Mémoires, contenant la théorie complète des planètes principales, et de volumes d'observations dont les résultats discutés par notre Bureau des Calculs avec ceux des observations qui ont suivi jusqu'en 1875, ont permis l'impression de 8 beaux volumes formant le Catalogue de Paris.

Bien que Le Verrier ait rempli par ses propres travaux la période de 1854 à 1878, il est indispensable d'attirer l'attention sur ceux de Delaunay, Directeur de 1870 à 1875, pendant l'interrègne ; Delaunay donna sa vie entière à l'élaboration de sa Théorie de la Lune, qui apparut comme un chef-d'œuvre. Il faut signaler aussi les travaux de Foucault, physicien à l'Observatoire, qui, entre autres études, fit une détermination célèbre de la vitesse de la lumière. Peut-être peut-on penser que l'existence dans une même période de ces hommes, qui continuèrent dans le sens de l'application les immortels travaux de Lagrange, de Laplace, de Fresnel, et de tant d'autres, ne fut pas le résultat du hasard, mais fut amené par l'évolution naturelle de l'Ecole française de la fin du XVIII^e^ siècle à la fin du XIX^e^. Les noms de Le Verrier et de Delaunay, adversaires irréconciliables, resteront conjugués dans l'Histoire comme le sont, à Westminster Abbaye, les statues de Gladstone et de lord Beaconsfield.

Dès ses débuts, Le Verrier avait souhaité la création d'autres Observatoires en France. Celui de Marseille avait été rattaché immédiatement à celui de Paris ; il était dirigé depuis de longues années par Valz, et Chacornac y travaillait activement, découvrant des planètes et élaborant des Cartes écliptiques. De ces cartes, continuées et complétées à partir de 1854 par Chacornac, à Paris, ensuite par P. et Pr. Henry, nous reparlerons dans la suite de cet exposé.

L'Observatoire de Toulouse avait été créé par la municipalité et construit sur le plateau de la Colonne, vers 1840 ; il fut rattaché à l'Etat le 15 juillet 1872. Aussi bien qu'à Marseille, à Toulouse et dans la région voisine l'Astronomie avait toujours été cultivée, comme en témoigent les publications de Darquier, de Vidal, de Daubuisson, de Garipuy et d'autres. Dans les nuits claires, l'atmosphère est particulièrement limpide ; j'ai vu bien des fois, au premier printemps, la lumière zodiacale s'élevant jusque vers les Pléiades, au-dessus de la grande gare, toute éclairée cependant par les lampes électriques et située à 600 mètres.

Dès 1868 on avait parlé de la création d'autres Observatoires. Le 26 février 1873, après des vicissitudes diverses, l'Observatoire d'Alger était rattaché directement au Ministère de l'Instruction publique ; le 6 septembre 1875 fut créé l'Observatoire d'Astronomie physique, à Meudon, qui devait devenir sous les directions successives de Janssen et de Deslandres un des premiers Observatoires du monde pour les études solaires. Le 11 mars 1878 furent créés et organisés par le concours des villes et de l'Etat les Observatoires de Besançon, Bordeaux et Lyon. En 1879, M. Perrotin, aide-astronome à Toulouse, devenait Directeur de l'Observatoire de Nice, créé aux frais de R. Bischoffsheim, qui en fit donation à l'Université de Paris.

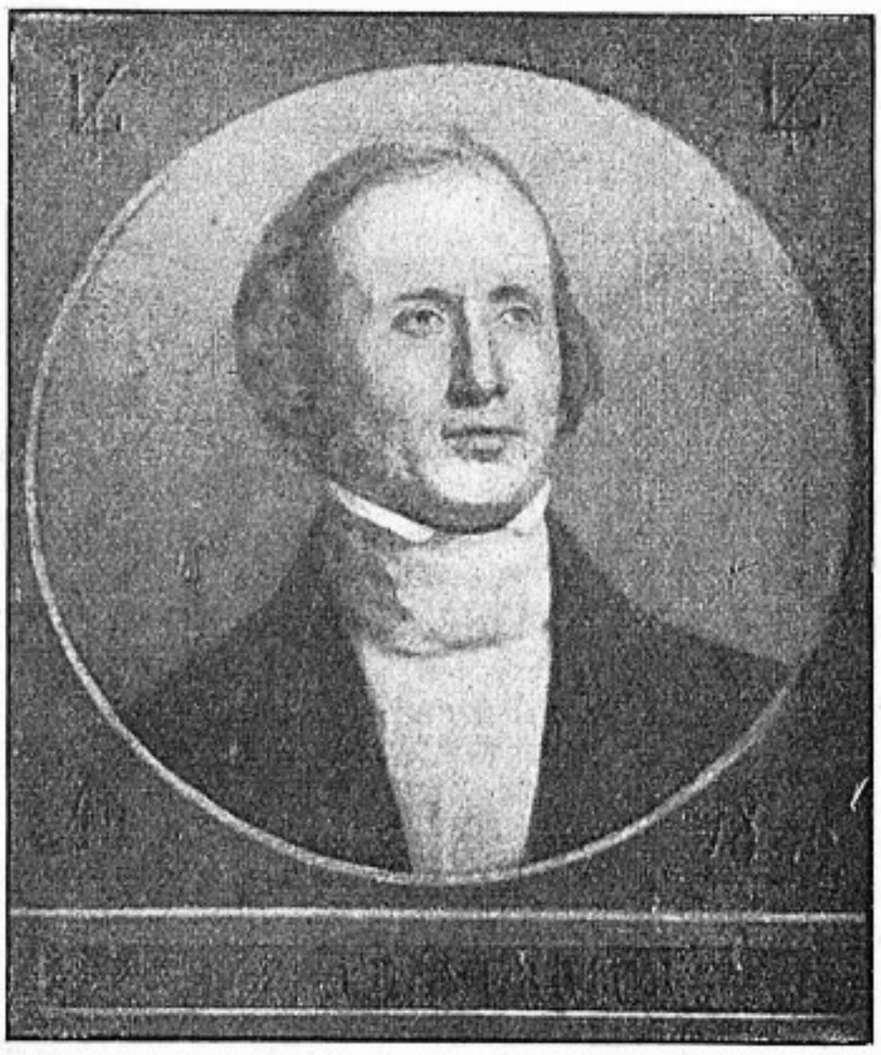


Fig. 98. — Le Verrier en 1849.

Ces événements réalisaient une pensée de Le Verrier : ils complétaient administrativement son œuvre glorieuse. Immédiatement après commença pour l'Astronomie française une quatrième étape dont je vais maintenant exposer les progrès et les besoins. Directeur à Toulouse, puis à Paris, depuis plus de quarante-huit ans, ayant assisté au développement de la Faculté des Sciences, de l'Observatoire et de l'Université de Toulouse et de l'Observatoire du Pic du Midi, puis, ayant eu pendant 19 ans la responsabilité de l'Observatoire de Paris, j'ai beaucoup pensé, et, peut-être, les suggestions auxquelles j'ai été conduit pourront-elles être de quelque utilité pour le prochain avenir.

La quatrième étape de la carrière de l'Observatoire de Paris et de l'Astronomie française n'est pas la simple continuation des trois premières. Des lois et des phénomènes physiques ont été découverts dont l'application a permis d'étudier la nature des astres, nous fournissant des moyens nouveaux d'en constater et d'en mesurer les mouvements. Les astronomes ont vu

s'élargir le domaine de leurs études, qui englobe en nombre indéfini, des astres encore invisibles à nos yeux dans les plus puissantes lunettes. L'Astrophysique a été créée ; d'abord nettement distincte de l'Astronomie de position, elle l'a absorbée à maints égards. Les problèmes posés sont devenus si nombreux, le nombre des astres à l'étude s'est tellement accru, qu'il est devenu nécessaire de former des Commissions internationales et, finalement, en 1919, une Union Astronomique Internationale comprenant depuis 1922, 31 commissions permanentes, dont 7 au

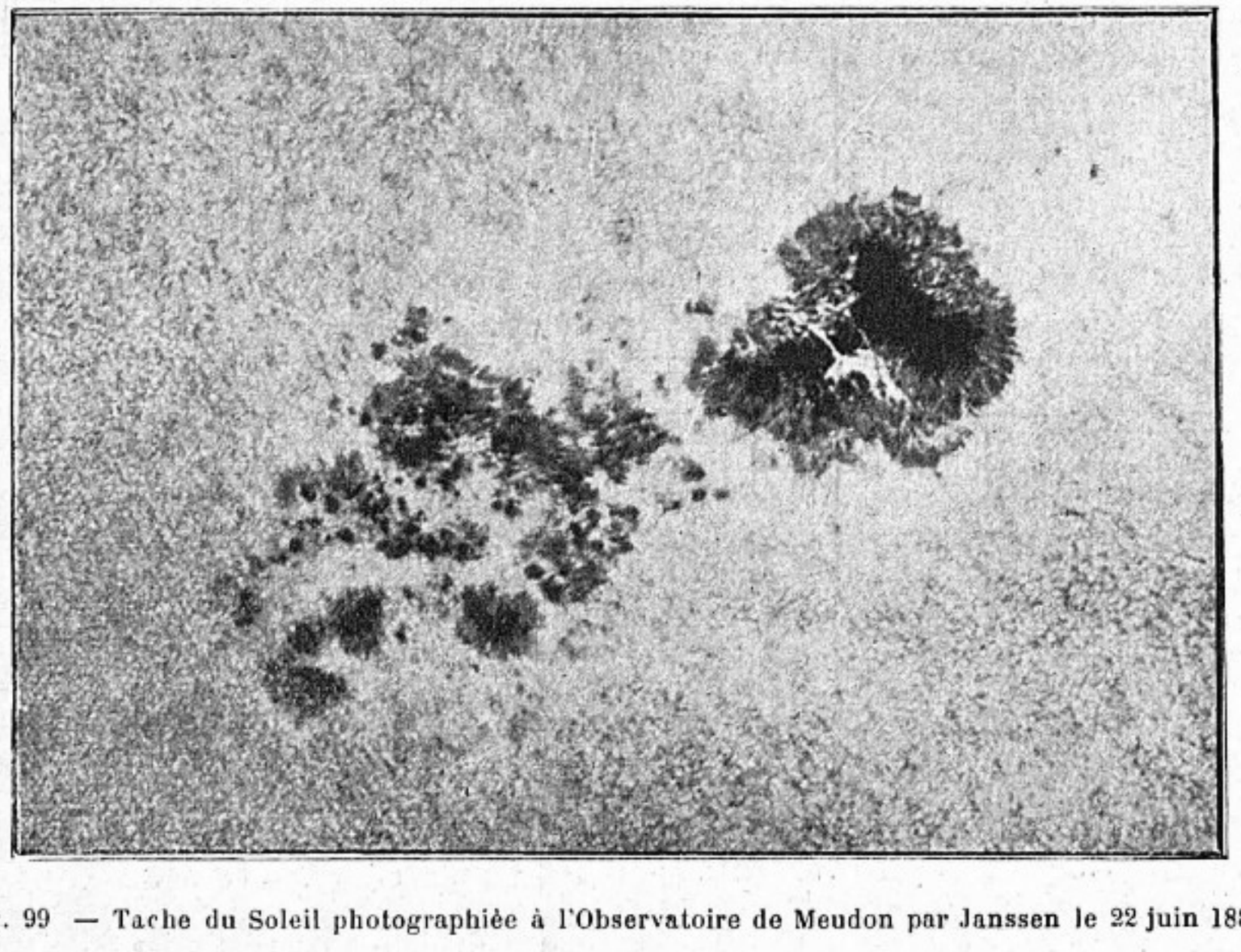


Fig. 99 — Tache du Soleil photographiée à l'Observatoire de Meudon par Janssen le 22 juin 1885.

plus appartiennent à l'Astronomie de position, toutes du reste se pénétrant plus ou moins et se prêtant une aide mutuelle pour la solution des questions étudiées. Nous allons essayer d'exposer aussi brièvement que possible les progrès accomplis et de préciser quel a été le rôle des Observatoires français.

La découverte de la décomposition de la lumière, par Newton, a été le point de départ de l'Astrophysique. En 1823, Fraunhofer obtint les raies du spectre solaire et des spectres stellaires. On ne pouvait prévoir alors qu'avec l'emploi d'instruments puissants on pourrait étudier, à ce point de vue, un nombre très grand d'étoiles, ni quelle mine de résultats on aurait à exploiter dès le dernier tiers du XIX^e^ siècle.

Cependant, Janssen, dès 1863, donnait aux *Comptes Rendus* une note sur les raies telluriques du spectre solaire et du spectre de Sirius et sur le spectre de α-Orion. En 1868, à Simla (Himalaya) où il observait l'éclipse du soleil du 18 août, il annonçait une méthode pour voir les protubérances en dehors des éclipses, il confirmait l'existence d'une atmosphère d'hydrogène autour du Soleil et signalait une dépendance entre la présence des taches (fig. 99) et les protubérances. En 1864-1865, Secchi étudiait les raies du spectre de Saturne, en 1866 les spectres des comètes de Brorsen et de Winnecke. Dès 1806 Wolf et Rayet étudiaient les spectres d'une nova signalée par Courtebaisse ; en 1867 ils constataient l'existence de lignes brillantes dans les spectres de trois étoiles de la constellation du Cygne et exprimaient l'avis qu'il peut exister un assez grand nombre d'étoiles faibles analogues. En 1868, 1873, 1874 ils étudiaient des spectres de comètes, contribuant par l'emploi d'une combinaison ingénieuse, à engager l'Astronomie dans une voie féconde. Mais c'est Huggins qui, en utilisant en collaboration avec Miller un télescope de 4 m. 50 de foyer, étudia dès 1867-1868, des spectres de toutes sortes, ce qui lui valu la grande médaille de la Royal Astronomical Society. Malgré les travaux si encourageants de Wolf et de Rayet, l'Observatoire de Paris, comme les autres Observatoires français, est resté jusqu'à la fin du XIX^e^ siècle sans être convenablement outillé pour de telles recherches.

En fait d'entreprises nouvelles, tout l'effort avait été dirigée entre 1868 et 1882 vers les observations des passages de Vénus, puis, après 1885, vers la carte photographique du ciel.

L'organisation de missions pour l'observa-

tion, de si haute importance, des passages de Vénus devant le disque du Soleil, en décembre 1874 et décembre 1882, a donné lieu à des travaux de toute espèce, mettant en jeu les ressources de la Physique comme celles de l'Astronomie. Il s'agissait de contrôler la valeur 8''86 trouvée par Le Verrier pour la parallaxe du Soleil. Gill, en discutant des observations des trois planètes, Iris, Victoria, Sapho, faites à l'héliomètre, avait obtenu 8''80. Les expéditions françaises envoyées en 1874 avaient été très peu favorisées par les circonstances atmosphériques. Plus heureuses furent celles de 1882, et la discussion de leurs obsrvations, faite par Bouquet de la Grye, lui donna 8''80. Nous dirons dans la suite de cette étude comment une collaboration internationale organisée en 1990, par Loewy, donna à Hinks, après une discussion mémorable 8''806.

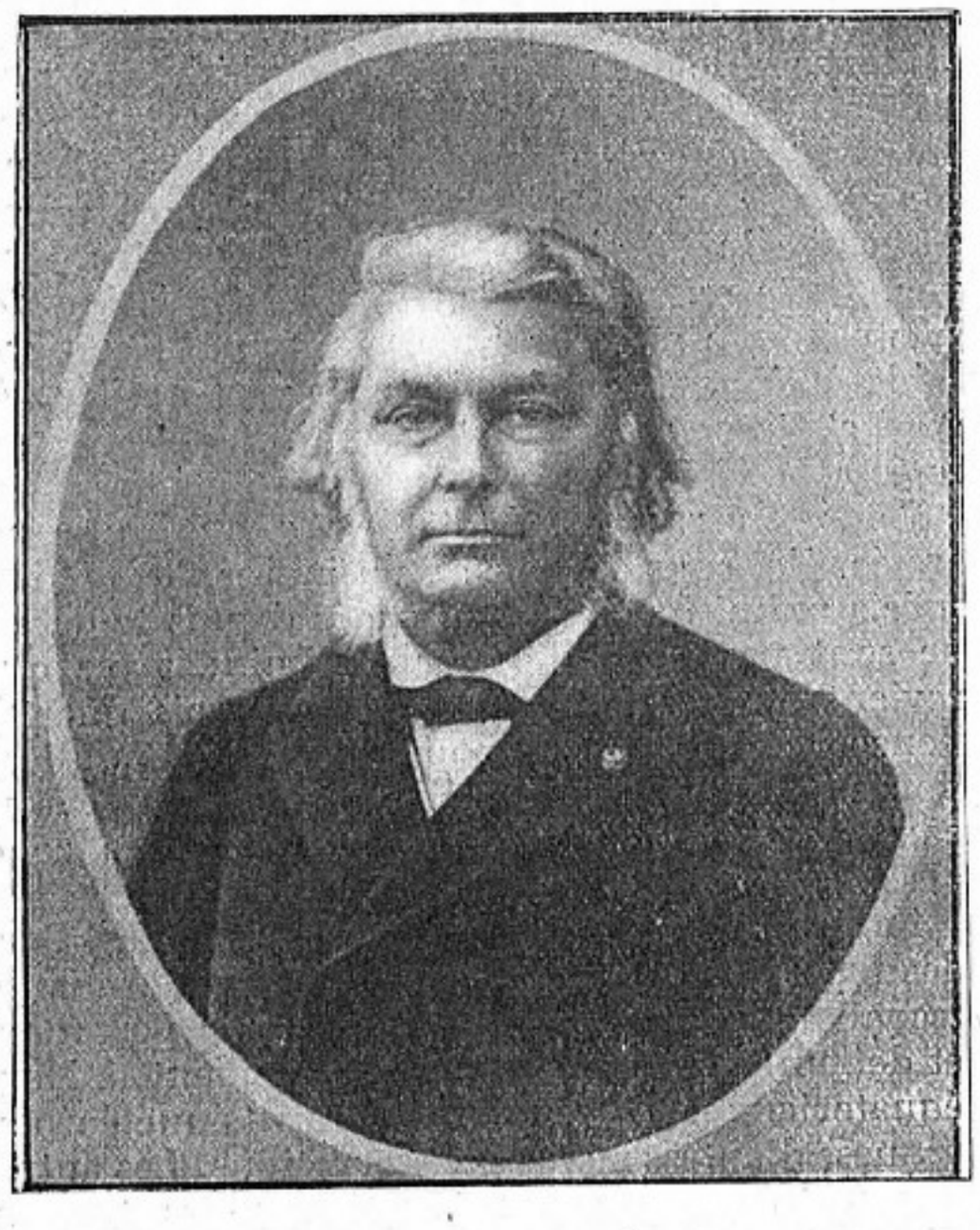


Fig. 100. — L'amiral Mouchez.

En prenant la direction de l'Observatoire, Mouchez (fig. 100) en étudia d'abord les ressources et les besoins. « Il sera sans rival, écrivait-il, par le nombre et l'excellence de ses instruments méridiens ». Pensant aux étoiles fondamentales, il jugea nécessaire d'établir un service ininterrompu pendant 24 heures : « Il y faudra, écrivait-il, 12 observateurs ». En 1879 il eut la bonne fortune d'accueillir Thollon, qui dessinait un spectre solaire de 10 mètres, offrant 4.000 raies déterminées avec précision. Mais Thollon dut renoncer, en raison des défauts de l'atmosphère, à terminer ce travail à Paris, et s'en alla en Italie. En 1883 il alla au Pic du Midi, où il obtint 40 raies brillantes à la base de la chromosphère, dans une région où l'on n'en voit ordinairement qu'une huitaine. Lui et Trépied donnant dans une note aux *Comptes Rendus* leur impression sur l'état des images au Pic du Midi, écrivaient que « jamais, même en Egypte, ils n'en avaient trouvé d'aussi parfaites ». Ce sont sans doute ces faits qui ont amené Mouchez à demander, dès 1884, l'établissement d'une succursale de l'Observatoire dans la banlieue de Paris. Je reviendrai plus loin sur cette question.

Paul et Prosper Henry avaient continué la série des cartes écliptiques dessinées à Marseille et à Paris par Chacornac. Il arriva assez rapidement que le travail nécessité par une seule carte devenait énorme. Telle carte renfermait plus de 8.000 étoiles. Pour ce motif, ces deux astronomes cherchèrent à les obtenir photographiquement. Leurs premiers résultats furent encourageants et Mouchez commanda un équatorial à deux lunettes (fig. 101), l'une photographique de 0 m. 34 d'ouverture, l'autre lunette guide visuelle, d'un diamètre moindre, mais de même distance focale, 3 m. 40. Les deux lunettes étaient installées dans un même

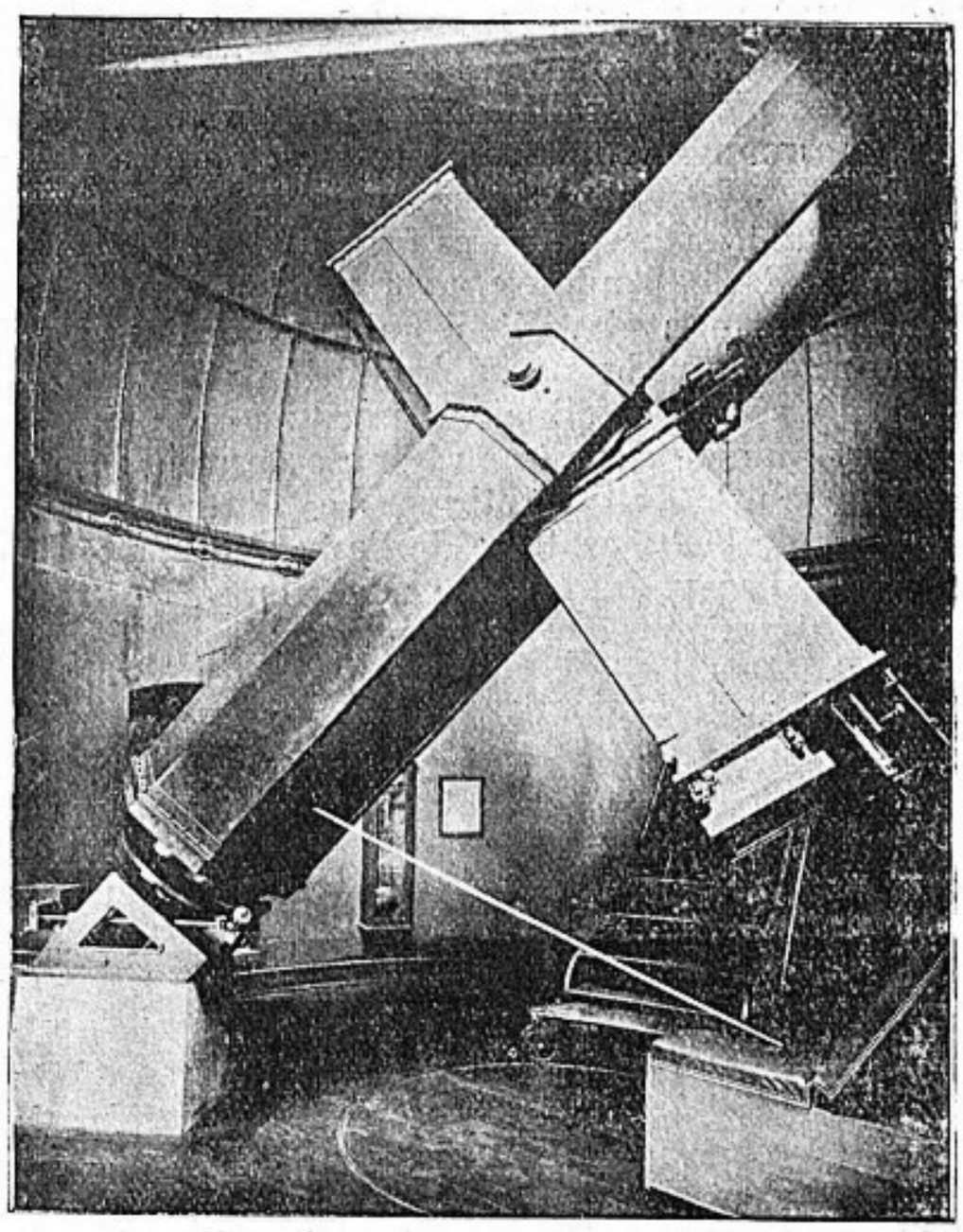


Fig. 101. — L'équatorial photographique des frères Henry

tube rectangle, porté par un cadre, suivant la forme de monture anglaise. Les Henry firent et donnèrent les objectifs : Gautier fournit la monture, qui ne lui fut payée que bien plus tard. Les clichés stellaires obtenus par P. et Pr Henry furent l'objet de l'admiration de tous ceux qui les virent. Envoyés au Cap, à David Gill, celui-ci s'accorda immédiatement avec Mouchez pour réunir à Paris un Congrès astronomique international ayant pour objet d'organiser l'entreprise d'une carte photographique du ciel qui contiendrait toutes les étoiles, jusqu'à la 14e grandeur définie suivant les habitudes de Paris. Le Congrès fut tenu en 1887, 65 astronomes venus de toutes les parties du monde y assistaient. On décida que l'on ferait, en même temps que la carte, un catalogue destiné à donner les positions plus précises des étoiles jusqu'à la 11e grandeur, que chaque cliché de cette seconde sorte serait obtenu par trois poses de 6 m., 3 m., 20 s., que toute la surface de la sphère serait couverte deux fois, le centre des clichés de la seconde série coïncidant avec les angles des clichés de la première. Le travail fut réparti entre 18 observatoires, chacun ayant une zone de la sphère céleste divisée par des plans parallèles. Un comité international permanent fut formé qui s'est réuni à Paris en 1889, 1891, 1896, 1900, 1909.

Les quatre Observatoires français d'Alger, Bordeaux, Paris, Toulouse, avaient chacun une des zones, formant dans l'ensemble la partie du ciel comprise entre les parallèles de 4° de déclinaison sud, à 25° de déclinaison nord ; à peu près le quart du ciel, dans une région comprenant plus de la moitié de l'écliptique. Les directeurs successifs de l'Observatoire de Paris, Mouchez, Tisserand, Loewy (en fait P. et Pr Henry (fig. 102), ceux des Observatoires de province, Trépied, Rayet, B. Baillaud, menèrent toutes choses aussi rapidement qu'ils purent. Ils durent commander chacun un équatorial photographique du modèle international pour lequel ils reçurent les crédits nécessaires, construire immédiatement des coupoles sans avoir de crédits, se procurer des appareils pour la mesure des clichés, étudier toutes questions scientifiques et techniques, notamment les modes de réduction permettant de passer des mesures linéaires faites sur les clichés aux coordonnées équatoriales des étoiles correspondantes. Ces transformations supposaient la connaissance des coordonnées précises d'au moins une douzaine d'étoiles par clichés ; il fallut les prendre provisoirement dans des catalogues antérieurs, déjà anciens et souvent d'une précision insuffisante. Chacun mit en train l'observation méridienne d'un catalogue d'étoiles de repère correspondant à la zone qui lui était dévolue. Paris fut aidé à cet égard par Besançon et Abbadia ; son propre catalogue comme le second catalogue de Lalande est aujourd'hui terminé, et seules les difficultés matérielles en retardent l'impression. Le catalogue de Toulouse est publié depuis longtemps ; celui de Bordeaux sera fini cette année.

Les directeurs avaient dû se préoccuper de l'héliogravure sur cuivre des cartes, opération des plus difficiles ; opération scientifique, exigeant de la part de ceux à qui elle est confiée une parfaite conscience. Je ne saurais laisser passer cette occasion de dire que la question a été résolue de la façon la plus parfaite.

L'ensemble des 5.000 clichés et des 2.500 cartes de la zone dévolue à la France constituera un monument astronomique merveilleux fixant dans trente beaux volumes et sur 2.500 plaques de cuivre inaltérable l'état du ciel à notre époque. Cette œuvre, qui a permis la création de l'Astronomie stellaire a été un progrès comparable à l'invention des lunettes par Galilée. A Paul et Prosper Henry et à l'amiral Mouchez en restera la gloire.

Dans un rapport écrit il y a environ une année, j'ai constaté que si, du moins, les crédits spéciaux qui nous sont accordés depuis le début ne sont pas numériquement diminués (ce qui revient à les réduire de plus des trois quarts) l'ensemble du travail pour la France, publication du catalogue et héliogravure des cartes comprises, serait fini dans huit ans. La zone d'Alger l'est déjà.

Naturellement, les Observatoires d'Alger, Bordeaux, Toulouse durent consacrer à cet immense travail la plus grande partie de leur personnel et de leurs ressources, faisant cependant, à leurs équatoriaux et à leurs instruments météorologiques, d'autres suites d'observations. Les autres observatoires purent entreprendre des travaux divers importants.

L'Observatoire de Besançon, créé en vue du progrès de l'horlogerie et de la chronométrie, a rendu à cette branche de l'industrie française des services de tout premier ordre, lui permettant de lutter avec celle de Genève et de la Suisse.

A Lyon, où manquaient de grands instruments, Charles André fit entreprendre par Guillaume l'observation des taches et des facules du Soleil ; les observations ont été poursuivies depuis 35 ans par le même astronome. En même temps, Luizet accumulait plus de 60.000 observations d'étoiles variables et en discutait un très grand nombre. Cette œuvre monumentale a été poursuivie après la mort de Luizet. L'Observatoire de Lyon est devenu un des centres les plus importants pour l'étude des variables. Son directeur actuel a réussi à y établir le siège d'une Société mondiale d'observateurs de ces étoiles.

A Nice, outre des observations méridiennes qui ont donné un important catalogue d'étoiles, on fit des observations de toutes sortes. Les découvertes par Charlois de 104 petites planètes,

et par Giacobini de 13 comètes dirigèrent l'activité de l'Observatoire vers la recherche de ces astres et l'étude de leurs mouvements.

A Marseille, où le ciel est le plus souvent clair, Borelly et Coggia ont apporté à la recherche des planètes et des comètes une énergie toute exceptionnelle, et H. Bourget, successeur de Stéphan à la direction, organisa avec Alger et Nice, avec l'aide de M. L. Fabry, les observations et le calcul des petites planètes dont le nombre, voisin de mille, pose un problème bien complexe, mais en divers cas bien intéressant. Depuis l'achèvement de sa part du travail de la Carte du Ciel, M. Gonnessiat, le successeur de Trépied à la direction d'Alger, a établi des observations photographiques de petites planètes, arrivant en 1925 à trouver 410 petites planètes, dont 5 nouvelles sur 518 clichés.

A Paris, en 1882, Mouchez obtint que la Ville de Paris cédat à l'Etat, pour agrandir l'Observatoire et y installer des instruments nouveaux les terrains qui le séparaient du boulevard Arago. C'est là que sont nos deux équatoriaux coudés construits sur les indications de Loewy. Mouchez avait demandé en 1884 l'établissement d'une succursale dans la banlieue de Paris ; il écrivait en 1888 : « Le grand télescope, depuis 13 ou 14 ans qu'il est construit, ne représente qu'un capital mort ». Il présida en 1889 et 1891 la 2e et la 3e réunion du Comité international permanent pour l'exécution de la Carte du Ciel ; il mourut à la fin de 1892. Trente-quatre ans après sa mort je crois pouvoir écrire qu'aucun des directeurs qui se sont succédé à Paris n'a rendu à l'Observatoire et à l'Astronomie d'observation de plus grands services.

Tisserand, qui le remplaça, poursuivit l'exécution des entreprises en cours ; il a présidé en 1896 la 4e réunion du Comité International ; il succomba subitement au cours de la même année. Il avait personnellement écrit son célèbre *Traité de mécanique céleste*. Sous sa direction, M. Deslandres obtint au grand télescope 70 spectres d'étoiles susceptibles de donner les vitesses radiales ; c'était dès 1890, sous la direction de Mouchez, qu'il s'était occupé d'organiser un service de spectroscopie et il l'avait fait avec des instruments lui appartenant. C'est alors qu'il imagina le spectrohéliographe, instrument merveilleux, qui permet d'étudier l'atmosphère solaire aussi bien en profondeur qu'en surface.

En 1896, Loewy fut appelé à la direction de l'Observatoire après la mort de Tisserand. Observateur infatigable, calculateur de premier ordre, sa direction vit la poursuite des travaux antérieurs et l'organisation de nouvelles recherches.

Au Méridien, il fit achever les observations du catalogue de Lalande, et entreprendre l'observation des étoiles de repère de la Carte du Ciel ; aux Equatoriaux il appliqua des procédés très ingénieux pour la détermination des constantes de l'astronomie. Au Grand Coudé il mit en œuvre un magnifique atlas de la Lune, pour lequel furent pris plus de 10.000 clichés, et qui permit à M. P. Puiseux d'effectuer les études sélénographiques les plus étendues qui aient été faites (fig. 103-104). A partir de 1898, M. Hamy, pendant les périodes sans lune, utilisait le Grand Coudé pour la mesure interférentielle du diamètre des petits astres. Il donnait le dessin d'un bain de mercure permettant de surmonter aux grands instruments méridiens la difficulté résultant des vibrations du sol. En 1903, il étudiait et faisait construire le spectographe qui devait être adapté au grand équatorial coudé ; cette installation fut terminée en 1906. M. G. Bigourdan terminait son catalogue de nébuleuses qui lui avait demandé 25 ans d'observation.

En 1900, se tint à Paris la 5e réunion du Comité International Permanent pour l'exécution de la Carte du Ciel. Indépendamment des questions relatives à la Carte et au Catalogue, un problème, fort important, provoqué par la planète Eros, qui devait passer très près de la terre entre octobre 1900 et mars 1901, y fut l'objet d'études et de décisions concernant la détermination de la parallaxe du soleil. Un plan de travail fut dressé : 55 Observatoires ont pris part aux observations, dont le plus grand nombre ont été obtenues photographiquement. La conduction de ce travail et la publication rapide des observations ont demandé à l'Observatoire de Paris un très grand effort qui a retardé d'au moins deux ans le travail proprement dit de la Carte du Ciel. La 12e circulaire relative à l'entreprise d'Eros a été distribuée en 1905. La discussion de tout l'ensemble des résultats a été faite par Arthur R. Hinks, alors astronome à Cambridge ; elle a donné pour la parallaxe du soleil $8''806$ et pour la masse de la lune $\frac{1}{81,53}$. Elle a fourni, en outre, un catalogue des positions très précises de 6.000 étoiles qui fut imprimé dans le Bulletin de la Carte du Ciel, aux frais de l'Académie.

Loewy mourut en séance du Conseil des Observatoires, le 15 octobre 1907, et j'eus l'honneur d'être désigné pour lui succéder.

Ma première préoccupation fut de conserver à l'Observatoire de Paris, s'il m'était possible, le rang auquel il était placé dans l'estime mondiale. J'avais à mener à terme les entreprises commencées : la publication du Catalogue de Lalande ; le Catalogue des étoiles de repère de la Carte du Ciel ; le Catalogue Photographique, et les Cartes proprement dites de la zone attribuée à Paris ; l'Atlas de la Lune. Il était aussi nécessaire d'envisager une nouvelle réunion du Comité International Permanent de la Carte du Ciel, ne fût-ce que pour rendre compte de

l'achèvement de l'entreprise d'Eros et prendre, s'il y avait lieu, les mesures en vue de la prochaine opposition favorable.

Le Congrès du Comité Permanent se réunit en 1909. La présidence en resta confiée au Directeur de l'Observatoire de Paris, qui fut chargé de remplir seul toutes les fonctions du Comité Permanent. Nombre de résolutions furent prises, toutes à l'unanimité. On adopta, en particulier, la proposition faite à la fois, indépendamment, par les directeurs des Observatoires de Paris et de Poulkovo, de l'élaboration d'un nouveau catalogue d'étoiles fondamentales,

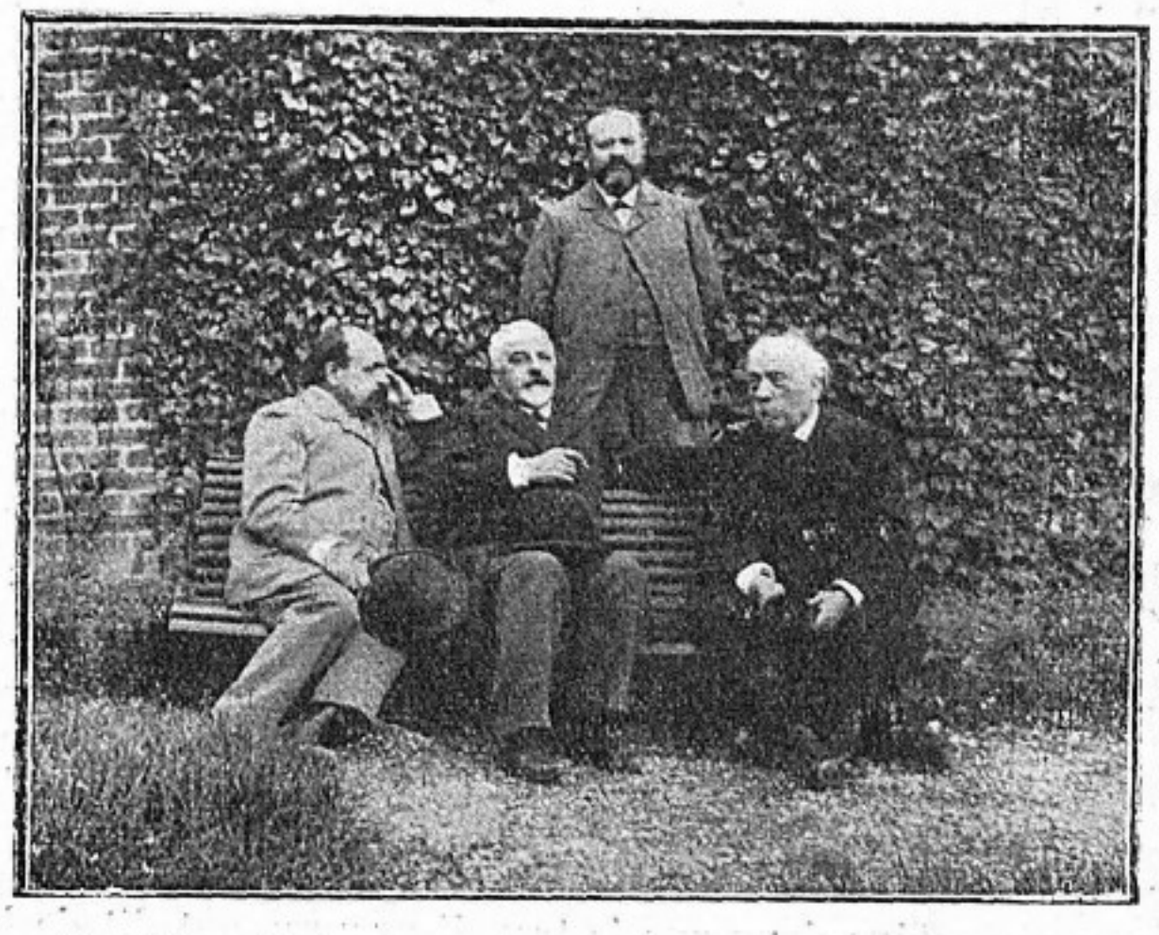


Fig. 102. — Quelques uns des promoteurs de la Carte du Ciel
Paul Henry, Trèpied, Prosper Henry, B. Baillaud.

moins brillantes que les anciennes, et utilisables pour les discussions des clichés photographiques. Le choix des étoiles fut fait par Backlund pour l'hémisphère nord, et, pour le sud, par Hough, astronome de Sa Majesté Britannique au Cap. L'Observatoire de Paris s'occupa immédiatement des observations de celles de ces étoiles qui étaient assez élevées au dessus de son horizon. Le travail fut confié à trois astronomes, qui devaient chacun deux fois par semaine observer de 9 heures du matin à 1 heure du matin suivant. Par la suite on employa un observateur de plus, mais les observations se poursuivirent dans la deuxième partie de la nuit. Arrêté dans son élaboration par la guerre, ce catalogue a été publié en 1924.

Un autre Congrès, convoqué par le Bureau des Longitudes, réunit en octobre 1911, à l'Observatoire de Paris les rédacteurs des recueils d'éphémérides astronomiques, allemands, américains, anglais, espagnols, français, italiens. Il s'agissait de s'entendre pour unifier ces recueils, et éviter que le même travail ne fût fait plusieurs fois.

L'année 1910 restera mémorable, ayant vu l'organisation le 23 mai d'un service de signaux horaires radiotélégraphiques organisé, sur l'initiative du Bureau des Longitudes, par le Directeur de l'Observatoire de Paris au point de vue de l'heure, et le commandant Ferrié, alors chef des Services de télégraphie sans fil de la Tour Eiffel, au point de vue de la transmission. Le Directeur de l'Observatoire fit appel à tous les astronomes pour assurer quotidiennement ce service. Sa tâche fut facilitée par le don d'une pendule de Riefler, établie dans nos caves, à température et à pression constante, don que nous fit en 1911 le comte de la Baume Pluvinel. Cet incident détermina la maison Leroy à réaliser, pour nous, à nos frais, une pendule analogue (fig. 105), qui fut installée dans la salle du service horaire, au rez-de-chaussée. Il fut constaté que la pendule Riefler, comme l'avait promis son fabricant, était excellente, et que celle de Leroy était un peu meilleure. L'émission de signaux horaires n'a jamais été interrompu depuis le 23 mai 1910.

Assuré du succès, le Bureau des Longitudes réunit à Paris, en 1912, une conférence internationale de l'heure, purement scientifique et technique. Dans cette conférence, des décisions importantes furent prises, imposant au Directeur de l'Observatoire, nommé personnellement directeur du Bureau international de l'Heure, d'impérieux devoirs qu'il s'est efforcé de remplir.

L'année suivante, en octobre 1913, du 20 au 27, s'est tenue à l'Observatoire la seconde Conférence internationale de l'Heure, réunie en vue d'arrêter définitivement la création d'une Association internationale. Cette réunion eut surtout un caractère diplomatique, 26 Etats y étaient représentés par 55 délégués. M. Barthou, président du Conseil des Ministre, ouvrit la conférence. M. G. Darboux fut élu président d'acclamation. Le travail dura toute la semaine. Le 25 octobre, une convention diplomatique fut signée par les plénipotentiaires. Cette convention constituait l'Association, son Comité, son Conseil permanent et le Bureau International de l'Heure maintenu à Paris, dans les locaux de l'Observatoire, où il avait été établi en 1912 sur la proposition de Foerster, ancien directeur de l'Observatoire de Berlin. Le Comité élu en 1912 fut réélu : Backlund, de Poulkovo, président ; Lecointe, directeur de l'Observatoire de Bruxelles, vice-président ; Prof. Kolschütter, astronome au département de la Marine, à Berlin, secrétaire général ; B. Baillaud, Directeur de l'Obser-

vatoire de Paris, Directeur du Bureau International de l'Heure.

L'Association devait être en plein fonctionnement dès la ratification de la convention par les Etats. Aucune ratification n'a été donnée. Mais le lendemain de la réunion, le Comité

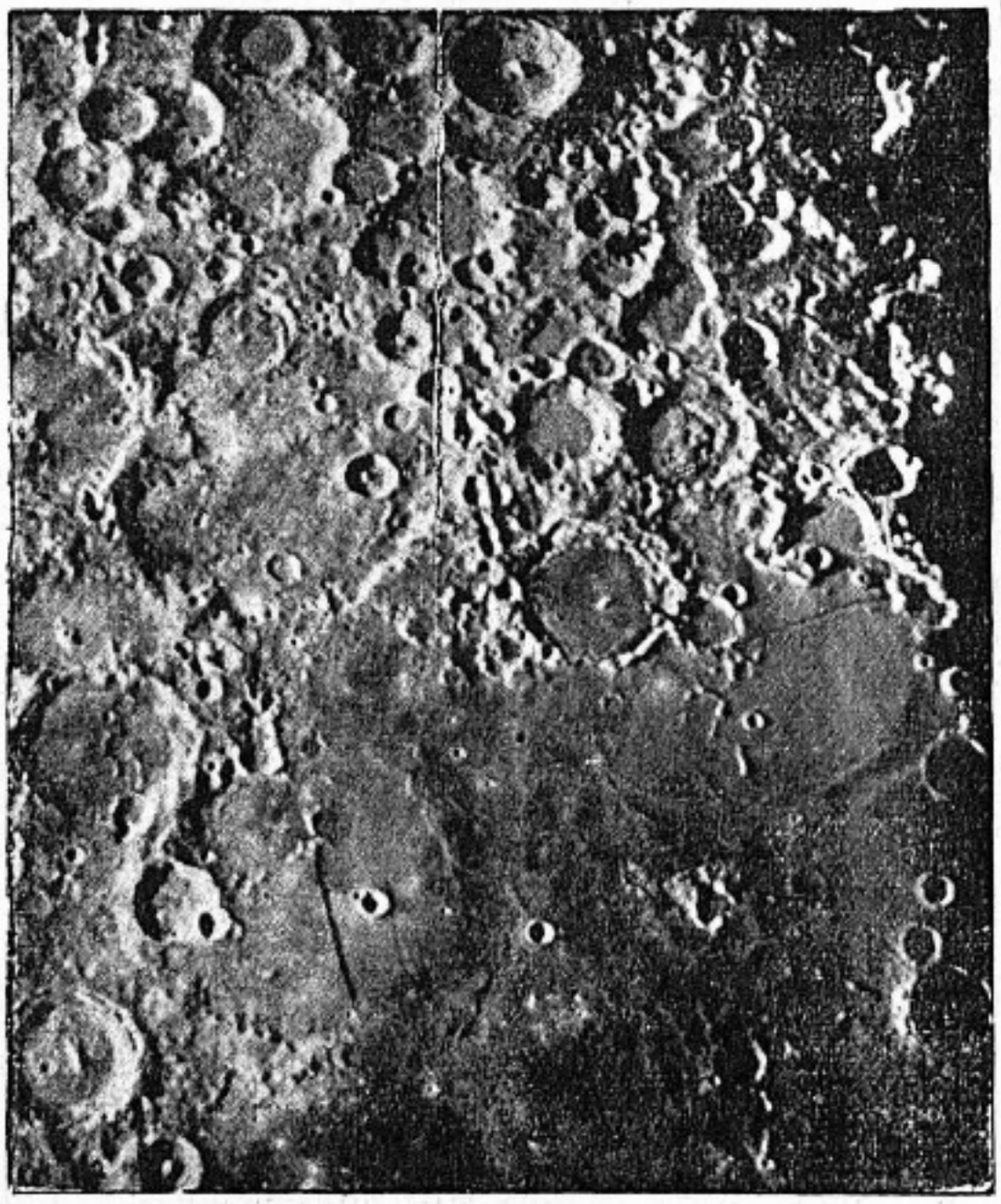


Fig. 103. — Une planche de l'Atlas photographique de la Lune. Tycho, Crevasse d'Hésiode, Mur droit.

m'invita à tout organiser et à fonctionner sans plus attendre. Ce fut chose faite.

Le 2 août 1914 la guerre éclatait. Le service du Bureau de l'Heure continuait à l'Observatoire, mais par les soins du personnel et aux frais du budget de l'établissement ; 22 fonctionnaires avaient été mobilisés. Deux des astronomes restants ont fait à eux seuls pendant toute la guerre les comparaisons de pendules et l'envoi des signaux. Les autres ont fait surtout des calculs intéressant l'artillerie.

L'émission des signaux horaires par T.S.F. a opéré une remise en train du service des Longitudes. En 1911, ce fut la détermination de la différence des Longitudes Paris-Bizerte. En 1912, celle de Paris, et de l'Observatoire d'Uccle (Bruxelles). En 1913, une mission française et en même temps une mission américaine ont déterminé la différence Paris-Washington. La concordance entre les résultats des deux missions a été satisfaisante. On peut admettre que l'on a la distance des deux méridiens Paris et Washington à trois mètres près. Au moment de la déclaration de guerre, une mission française et une mission russe mesuraient la différence des longitudes entre Paris et Poulkovo. La mission russe seule termina les opérations.

Après la guerre, les services furent réorganisés l'un après l'autre, selon les possibilités. Beaucoup de réparations étaient à faire au matériel ; objectifs et miroirs étaient à remonter. On profita de ces circonstances pour diriger, plus vivement encore que dans le passé, tous les efforts vers l'achèvement des travaux commencés. La rédaction de la partie complémentaire du Catalogue de Lalande a été achevée en 1919 ; une révision a été faite en 1920, de façon que la copie soit *ne varietur*. L'impression a été faite lentement et il en sera ainsi encore plusieurs années, pour des raisons budgétaires.

Le catalogue des étoiles de repère, dont les observations avaient été faites de 1899 à 1912, est actuellement terminé. Il sera aussi imprimé lentement !

Tous les clichés de la Carte du Ciel destinés à l'héliogravure ont été obtenus. Le travail des mesures des clichés du Catalogue sera terminé en 1927. Des recherches de diverses natures ont

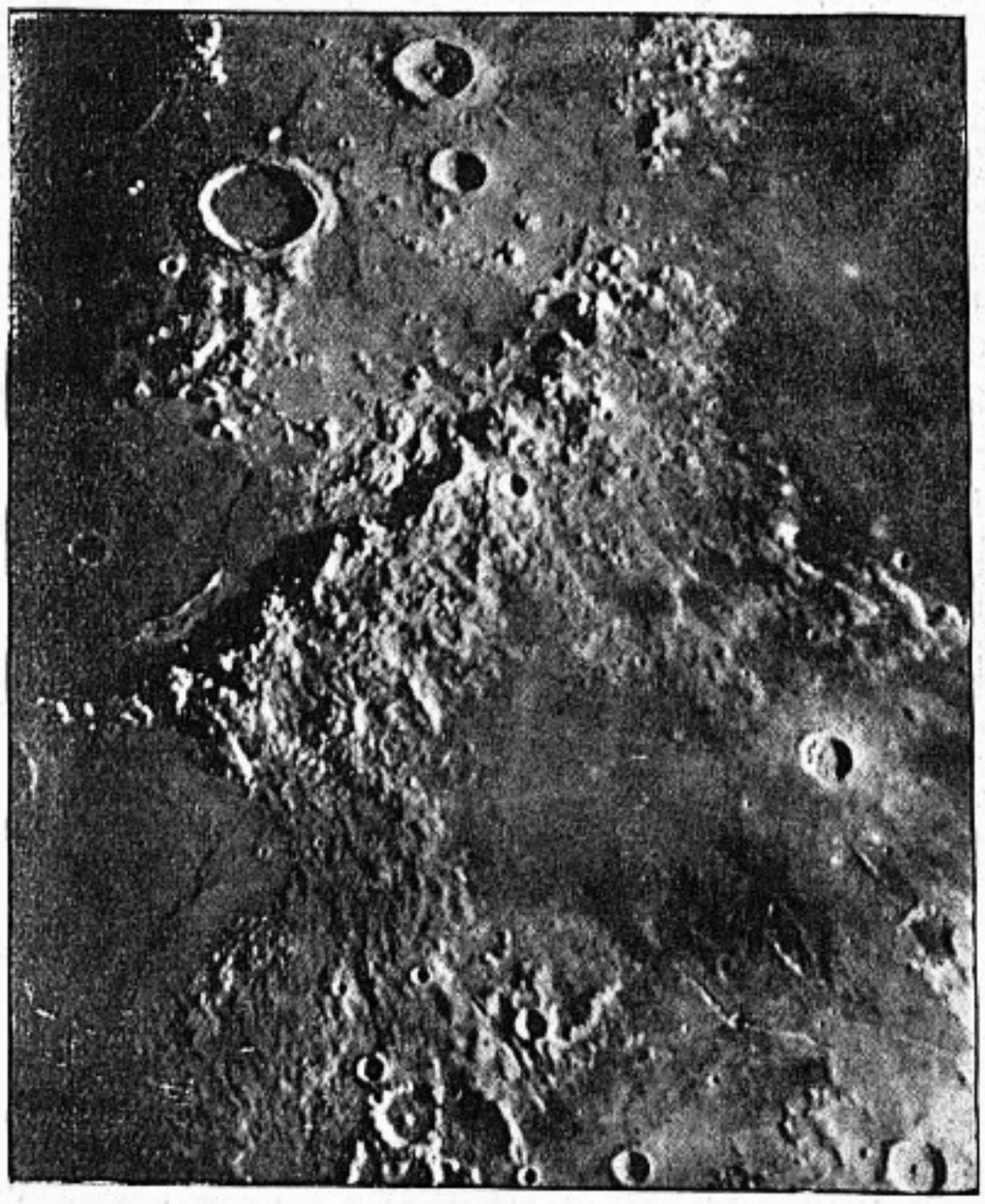


Fig. 104. — Une planche de l'Atlas photographique de la Lune. Archimède, Apennins, Sinus Aestum.

été faites, utilisant notre zone du catalogue photographique et de nombreux clichés à longues poses laissés par P, et Pr. Henry.

Les réunions internationales tenues à l'Obser-

vatoire de Paris ont été de grande importance. Il était désirable qu'elles fussent l'objet d'une organisation d'ensemble, facilitant les voyages à tous. En 1918, dans une réunion tenue à Londres les 9, 10 et 11 octobre, sur l'invitation de la Société Royale, des résolutions furent prises, avec mon plein assentiment, celui de M. E. Picard, et celui de M. Georges Hale, dénonçant les conventions relatives aux Associations Scientifiques Internationales. Une nouvelle réunion tenue à Paris dans la deuxième quinzaine de novembre se constitua en Conseil international de recherches et désigna un Comité exécutif de cinq membres, dont M. Picard fut le président. L'année suivante, du 18 au 28 juillet, fut tenue à Bruxelles une assemblée de ce Conseil, dans laquelle fut constituée une Union Astronomique. C'est à Londres que j'avais proposé à Georges Hale le titre Union pour les associations nouvelles à créer. Elu président de l'Union Astronomique, je demandais, en 1922, à Rome, à

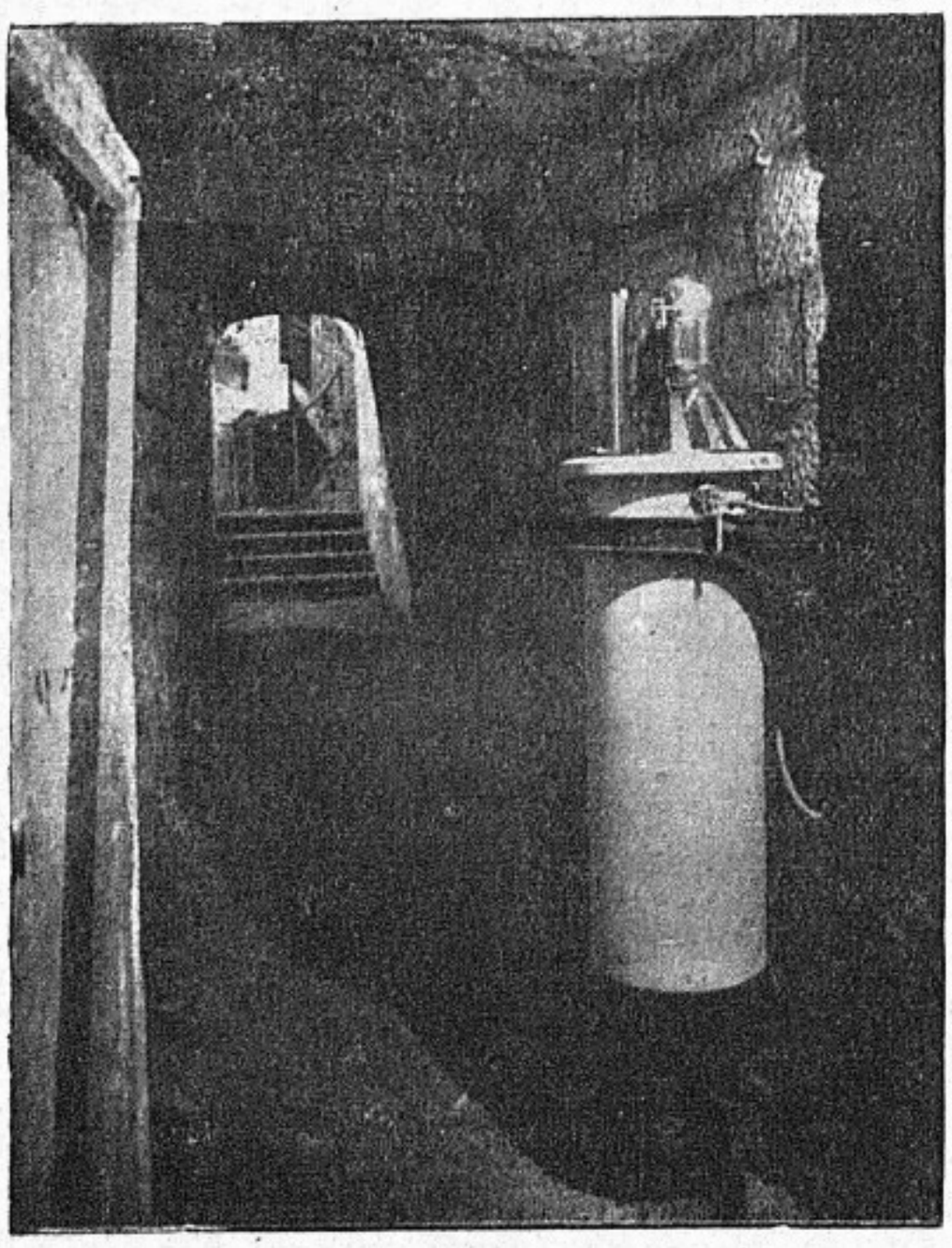


Fig. 105 — Une des pendules du Bureau International de l'Heure, dans les caves de l'Observatoire.

n'être pas réélu ; l'Astronome Royal de Greenwich, vice-président, s'associa, en ce qui le concernait, à ma demande, et le Bureau fut renouvelé tout entier ; l'astronome américain Campbell, directeur de l'Observatoire de Lick, me succéda à la présidence. En 1925, à Cambridge, l'astronome hollandais de Sitter devint le troisième président. Ces réunions ont entendu de nombreux rapports et provoqué de nombreux travaux. Il est absolument nécessaire que la France contribue à la prospérité scientifique de l'œuvre qu'elle a créée, et qu'à la réunion de 1928, les Observatoires français apportent leur part de résultats.

En 1911, j'avais été invité par M. Steeg, alors ministre de l'Instruction publique, à étudier un projet de réinstallation de l'Observatoire dans la banlieue de Paris, et à le lui présenter. Après avoir recherché un emplacement convenable et l'avoir trouvé, je l'indiquais à M. Steeg, qui m'avait demandé le secret. Dans la préparation du projet je fus aidé grandement par M. Chiffot, architecte de l'Observatoire et du Ministère des Affaires étrangères, et par M. de la Baume Pluvinel, qui m'accompagnèrent dans un voyage de visites des principaux observatoires européens. Un projet fut présenté au Conseil de l'Observatoire, approuvé et envoyé au Ministre. Je m'attendais à des difficultés inouïes et j'avais dit à M. Steeg : « Si vous êtes résolu à ne pas demander d'autres avis que celui du Conseil (qui comptait les savants les plus considérables) et à surmonter les obstacles que l'on dressera, je donnerai à la question tous mes efforts, sinon je vais perdre mon temps : quoi que nous fassions, nous servirons les intérêts des uns et gênerons ceux des autres. On mènera des campagnes de presse sans fin. » J'ai lutté.

Quinze années se sont écoulées sans qu'un pas fut fait dans une question soulevée par Biot en 1832, et au sujet de laquelle l'Académie des Sciences avait émis à l'unanimité quatre votes favorables depuis 1854. Ma persévérance a été sans borne. Assurément, la guerre a été la cause principale du retard, et je ne pourrais insister.

La solution apportée par le décret du 2 octobre avait naturellement été envisagée. Personnellement, je n'aurais pu me résoudre à la proposer. Ce serait assurément une grande amélioration que le transfert de nos instruments de Paris au plateau de Meudon. On remplacerait une situation intenable par une autre supportable, qui offrirait des inconvénients résultant de l'agrandissement d'Issy-les-Moulineaux et du voisinage de cette localité industrielle, des bois de Meudon et de ses étangs, du tunnel du Val-Fleury, mais qui laisserait possible pendant quelques dizaines d'années la plupart des observations astronomiques.

Il faut bien reconnaître que la fusion des deux établissements augmente la puissance de notre Observatoire National, et qu'elle est susceptible de diminuer bien des difficultés administratives. Le maintien d'un Observatoire de premier ordre à proximité d'un centre intellectuel, peut-être unique au monde, est de la plus grande importance pour le développement futur des recher-

ches astronomiques en France. Mais ce ne serait pas sans de grands frais qu'on établirait à Meudon tous les services d'observations de l'Observatoire, et cela, pour une amélioration qui risque d'être de peu de durée. La solution adoptée ne sera vraiment satisfaisante que si l'on crée sous des climats meilleurs des stations d'observation irréprochables où nos astronomes pourraient se rendre en mission. La seconde partie de cet exposé sera consacrée à cette organisation de nos travaux futurs, telle que je la conçois, et qui était celle que j'envisageais lorsque M. Steeg m'ordonna d'étudier le transfert dans une station de la banlieue de Paris.

Actuellement, en 1926, ni les observations absolues de position, ni la simple détermination de l'heure avec toute la précision qu'on a le droit de nous demander, moins encore les travaux de photométrie stellaire ne sont exécutables à Paris dans des conditions satisfaisantes. Ce serait un gaspillage d'argent et d'efforts intellectuels que de continuer.

A cette question, j'ai trop pensé ; j'ai trop senti combien tant de retard a pu nuire à la considération mondiale qui nous était acquise, pour ne pas l'écrire de la façon la plus nette.

(A suivre.)

B. Baillaud,
Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes
Directeur honoraire de l'Observatoire de Paris.

LE VENIN DES ARAIGNÉES

Outre la répulsion irréfléchie que les Araignées inspirent en général par leur seul aspect, elles sont universellement redoutées pour leur morsure et considérées comme venimeuses. Les innombrables récits qui courent témoignent que c'est une matière de croyance commune. Il n'est donc pas sans intérêt d'exposer ce que l'on peut considérer actuellement comme bien établi sur ce sujet. La légende, en effet, est souvent bien loin d'être d'accord avec la réalité : c'est ainsi que des groupes entiers d'Arachnides, les Solifuges ou les Pédipalpes du sous-ordre des Uropyges, sont considérés comme venimeux dans certains pays, alors qu'ils ne le sont certainement pas.

Le venin des Araignées a été étudié d'une façon parfaite dans le grand ouvrage de Madame Marie Phisalix : « *Animaux venimeux et venins* ». Dans les lignes qui vont suivre, il sera envisagé à un point de vue un peu différent : celui de la simple observation, c'est-à-dire l'action du venin lorsqu'il est inoculé par l'animal lui-même dans les conditions naturelles. La partie expérimentale sera volontairement négligée.

En se plaçant à ce point de vue, on peut déclarer tout d'abord que la croyance populaire comporte une très forte part d'exagération. C'est ainsi que le nombre d'Araignées réellement dangereuses est extrêmement faible : en France, par exemple, il n'en existe qu'une seule, et encore n'est-elle commune qu'en Corse. Aussi les naturalistes qui se sont particulièrement adonnés à l'étude des Araignées envisagent-ils avec scepticisme ces légendes, car ils savent, pour avoir manipulé fréquemment des Araignées vivantes, qu'il est très rare d'avoir été mordu d'une façon sérieuse.

Avant d'aborder l'étude du venin, quelques mots sur l'appareil venimeux sont peut-être nécessaires.

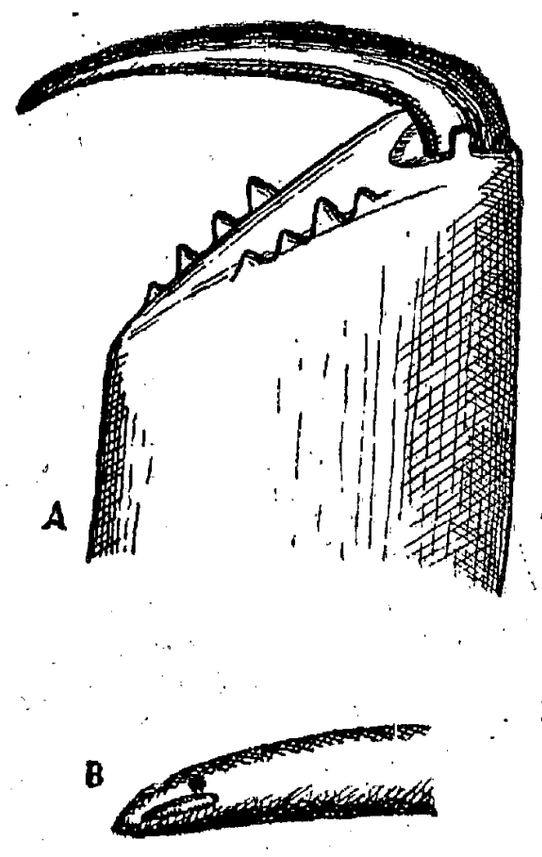


Fig. 106. — A. Chélicère d'une Araignée vue par la face interne. B. Extrémité du crochet, vue de la face supérieure, montrant l'orifice par lequel sort le venin.

Les Araignées mordent avec deux organes placés à la partie antérieure du corps, juste avant la bouche, et qu'on appelle des chélicères. Ce sont des antennes modifiées et ne comprenant que deux articles : l'un, basilaire, robuste, l'autre plus étroit, effilé et courbé en crochet à pointe très acérée. Chez les Mygales, les deux crochets se meuvent parallèlement l'un à l'autre et dans le sens de l'axe du corps ; chez les autres Araignées ils se croisent comme les branches d'un ciseau et dans un plan perpendiculaire à cet axe (fig. 106). Vers l'extrémité du crochet, à la face externe, et un peu avant la pointe, on remarque un petit orifice qui est celui par lequel sort le venin et où aboutit, parcourant l'intérieur du crochet et le plus souvent aussi de l'article basilaire, un tube excréteur de la glande à venin. Celle-ci est logée dans la base de la chélicère quand elle est de petite dimension, ou plutôt dans la partie anté-

rieure du céphalothorax lorsqu'elle est plus volumineuse ; il arrive même qu'elle en occupe la plus grande partie, comme le montre la fig. 107. L'article basilaire contient en outre des muscles très puissants et la glande elle-même a une tunique musculaire.

Quand l'Araignée veut mordre, soit qu'elle soit attaquée, soit qu'elle ait à capturer une proie, elle écarte fortement ses crochets, puis les enfonce profondément dans la chair de son ennemi ou de sa proie, et à ce moment, le jeu de muscles fait jaillir une gouttelette de venin, qui est inoculée, mais qu'on voit fort bien par exemple en excitant l'Araignée et en lui faisant mordre un objet métallique.

L'analyse des observations qui ont été publiées sur le venin des Araignées amène à diviser celui-ci en deux catégories :

1° le venin qui ne cause que des symptômes locaux ; ce sont les cas les plus fréquents, qui sont bénins, ou d'une moyenne gravité ;

2° le venin qui entraîne des symptômes généraux ; ces cas peuvent être plus graves et même aller, quoique rarement, jusqu'à entraîner la mort ; ils ne sont le fait que d'un très petit nombre d'Araignées.

I. — Venin a symptômes locaux

Dans le cas le plus simple, les phénomènes qui se produisent sont les suivants : la personne mordue perçoit d'abord la petite douleur causée par la pénétration dans la peau des deux crochets. L'Araignée retirée, on peut constater le double et minuscule orifice qui en résulte ; la région avoisinante devient blanche et une douleur, le plus souvent très légère, est ressentie autour de l'endroit atteint, sur une faible périphérie, correspondant à la diffusion du venin. Les choses en restent là, et la douleur disparaît au bout de peu de temps, il n'y a pas d'extension aux régions avoisinantes. C'est le cas le plus fréquent, et, on peut dire, celui de la morsure de presque toutes les Araignées de nos pays. Dans des circonstances exceptionnelles seulement, relevant surtout de l'état de réceptivité du sujet, les symptômes peuvent avoir une allure un peu plus grave.

Dans d'autres cas, les phénomènes s'accentuent ; à la douleur de la piqûre elle-même succède une période de calme ; puis une douleur vive, causée par le venin, se fait sentir, et ne reste pas localisée, mais, si par exemple c'est la main qui est mordue, s'étend à tout le bras ; la douleur devient lancinante, et en même temps on constate une anesthésie de la région atteinte et une légère paralysie : un doigt mordu devient insensible, et ses mouvements sont difficiles ou imposibles. Douleur, paralysie et anesthésie persistent de quelques minutes à une ou plusieurs heures. Diverses Araignées de nos pays peuvent certainement rentrer dans cette catégorie, mais la statistique n'en a pas été faite. J'ai constaté par moi-même ces phénomènes à la suite de morsures de *Coelotes obesus* et de *Dolomedes fimbriatus*. Forel a signalé que, ayant été mordu par un *Chiracanthium nutrix*, il a ressenti tous les phénomènes signalés plus haut avec, en plus, un malaise général et une sueur froide, qui ont l'un et l'autre rapidement disparu ; les *Chirancanthium* ont toujours été considérés comme dangereux. De même l'*Argyroneta aquatica* est réputée comme ayant une morsure fort douloureuse, ainsi que la *Segestria florentina*, mais tout cela sans contrôle scientifique.

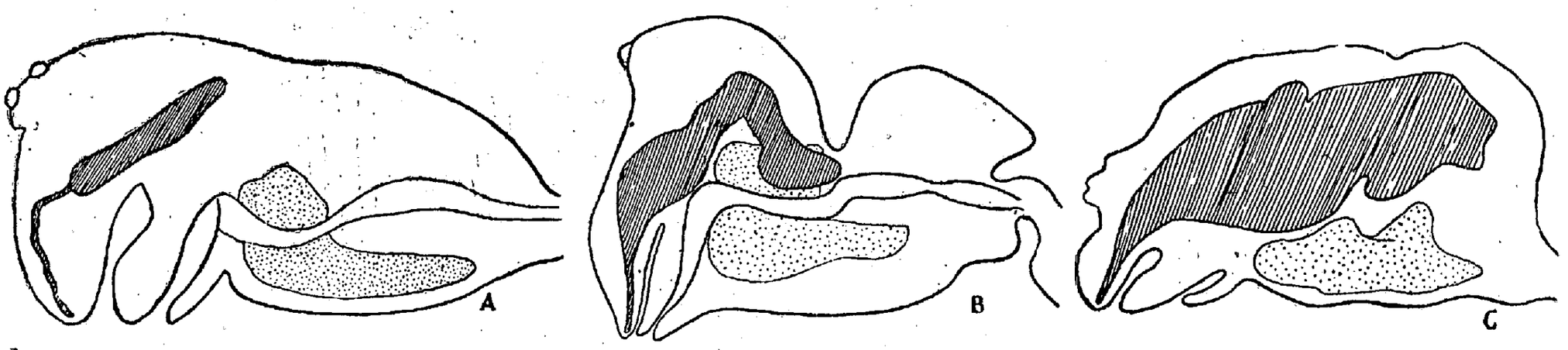


Fig. 107. — Coupes du céphalothorax de diverses Araignées montrant la glande à venin (hachurée) et la masse cérébrale (pointillée). — A. *Amaurobius erberi*; B. *Holocnemus pluchei*; C. *Scytodes delicatula*.

On peut ranger dans la catégorie des venins à symptômes locaux les Mygales des pays chauds ; ce sont les fameuses Araignées-crabes qu'on rencontre si souvent dans les récits des voyageurs et la littérature exotique, et qui sèment la frayeur lorsqu'elles pénètrent dans les maisons. Cette frayeur est due avant tout à leur forte taille (jusqu'à 7 centimètres, sans les pattes) et à leur aspect hirsute, mais il n'y a aucune preuve que les Mygales causent des accidents sérieux. Bien au contraire on rapporte des cas de morsure dont les suites ont été fort légères, les symptômes ne dépassant pas, en général, ceux qui ont été décrits précédemment. Wagner a dépeint spirituellement (*Société des Américanistes de Paris*, 1912, p. 118) la médication employée dans certaines régions de l'Amérique du Sud pour guérir des morsures de Mygales, et qui consiste en incantations et musique, grâce à quoi le patient est guéri en

peu d'heures, ce qui indique au moins que son état fut très peu grave.

II. — Venin a symptômes généraux.

Dans cette catégorie se rangent les morsures très graves, pouvant même entraîner la mort, bien que ce soit fort rare. Elles ne sont le fait que d'un très petit nombre d'Araignées dont deux genres sont classiques.

a) *Les Latrodectes.* — Les Latrodectes appartiennent à la famille des Theridiidae ; ce sont des Araignées à pattes fines, sans épines, et à abdomen globuleux, entièrement noir avec une ou plusieurs taches rouge cerise sur le vivant, ce rouge disparaissant sur les exemplaires conservés en alcool et laissant place à une couleur jaune pâle ; leur taille atteint et dépasse 10 millimètres.

Le genre *Latrodectus* est très répandu, bien qu'il compte seulement un petit nombre d'espèces, mais celles-ci ont une large répartition. Le *L.* 13- *guttatus*, remarquable par ses belles taches rouges (voir fig. 108) se trouve en Corse, dans une grande partie du bassin de la Méditerranée, les îles de l'Atlantique, une partie de l'Afrique et de l'Asie ; en France continentale on le connaît en Provence, où il est rare, et aussi sur la côte Atlantique ; ses taches rouges disparaissent dans la variété à abdomen entièrement noir, et c'est cette variété qui se trouve en France (sauf la Corse) et dans l'Afrique du Nord. Le *L. menavodi* est spécial à Madagascar ; le *L. hasselti* (=*scelio*) se trouve en Nouvelle-Zélande, Nouvelle-Calédonie, Australie, Nouvelle-Guinée, Malaisie, Inde ; le *L. mactans* habite presque toute l'Amérique, depuis les Etats-Unis jusqu'à la Terre de Feu. Une espèce, le *L. geometricus*, est encore plus répandue et habite à peu près toutes les régions chaudes.

Un fait des plus frappants en ce qui concerne les *Latrodectus*, est qu'ils sont redoutés, et réputés dangereux, dans tous les pays qu'ils habitent ; plusieurs espèces ont même reçu un nom vulgaire, ce qui est extrêmement rare pour les Araignées, et montre que celles-ci ont attiré l'attention populaire. Le *L.* 13-*guttatus* est la « Malmignatte » de Corse et d'Italie ; le *L. hasselti* s'appelle « Katipo » en Nouvelle-Zélande, et le nom *menavodi* de l'espèce malgache est tiré du nom indigène : « Menavoude ». On a émis l'opinion que cette crainte très répandue était due, au moins en partie, à la couleur rouge, dite prémonitoire, que présentent ces Araignées, et qui ne se rencontre que rarement ; cette couleur est en effet voisine de celle de certains animaux très venimeux : la Salamandre, divers Serpents, le Lézard venimeux du Mexique, beaucoup de Guêpes, etc... Il y aurait corrélation entre la venimosité et cette couleur, et la croyance populaire aurait instinctivement associé les deux faits. De là à une interprétation purement finaliste, il n'y a qu'un pas, et l'on est arrivé à dire que la couleur rouge avait pour but de prévenir que l'animal porteur est très venimeux ! Mais il suffit de faire remarquer que la variété de *L.* 13-*guttatus* qui est entièrement noire, sans tache rouge, est aussi venimeuse, et aussi redoutée dans les pays où elle se rencontre : Afrique du Nord et Russie méridionale.

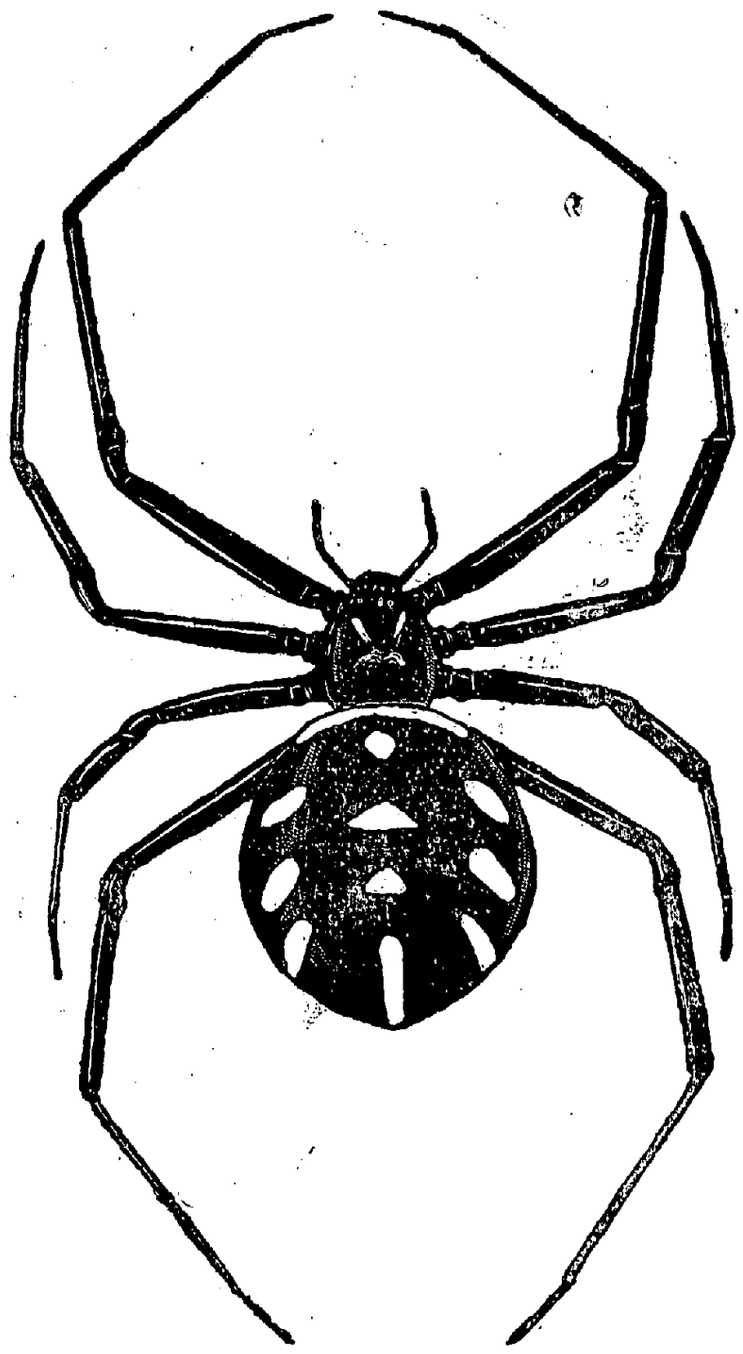


Fig. 108. — La Malmignatte : *Latrodectus 13-guttatus*.

En Corse, la Malmignatte est accusée d'être la cause d'accidents fréquents et graves. Habitant la campagne où elle ne se trouve qu'en été, elle s'attaquerait surtout aux travailleurs de la terre, au cours de leurs occupations, ou lorsqu'ils se couchent sur le sol pour se reposer. Toutefois, bien que la gravité des morsures paraisse établie par les observations des médecins du pays, on n'a pas relevé de cas mortels. La même Araignée est redoutée en Italie et en Espagne, la variété noire dans le nord de l'Afrique et le sud de la Russie ; en Provence, aucun bruit ne court à son sujet, il est vrai qu'elle n'y est pas commune.

Le Katipo est très redouté en Nouvelle-Zélande, Australie et Nouvelle-Calédonie, tant des indigènes que des Européens ; la littérature et les journaux australiens et néo-zélandais contiennent de nombreuses relations sur des cas de morsure grave.

Le Menavoude de Madagascar est aussi considéré comme une Araignée très dangereuse, ainsi qu'en témoignent les écrits de Vinson et du P. Camboué et ce que m'a rapporté récemment M. Decary, administrateur des colonies.

Mais c'est surtout en Amérique que le *L. mactans* (=*L. formidabilis*) a défrayé la chronique. Dès 1851, Gosse signalait à la Jamaïque la présence « d'une petite Araignée noire avec trois taches écarlates près de l'extrémité, qui inspire une grande terreur comme étant très venimeuse. De nombreux articles lui ont été consacrés de-

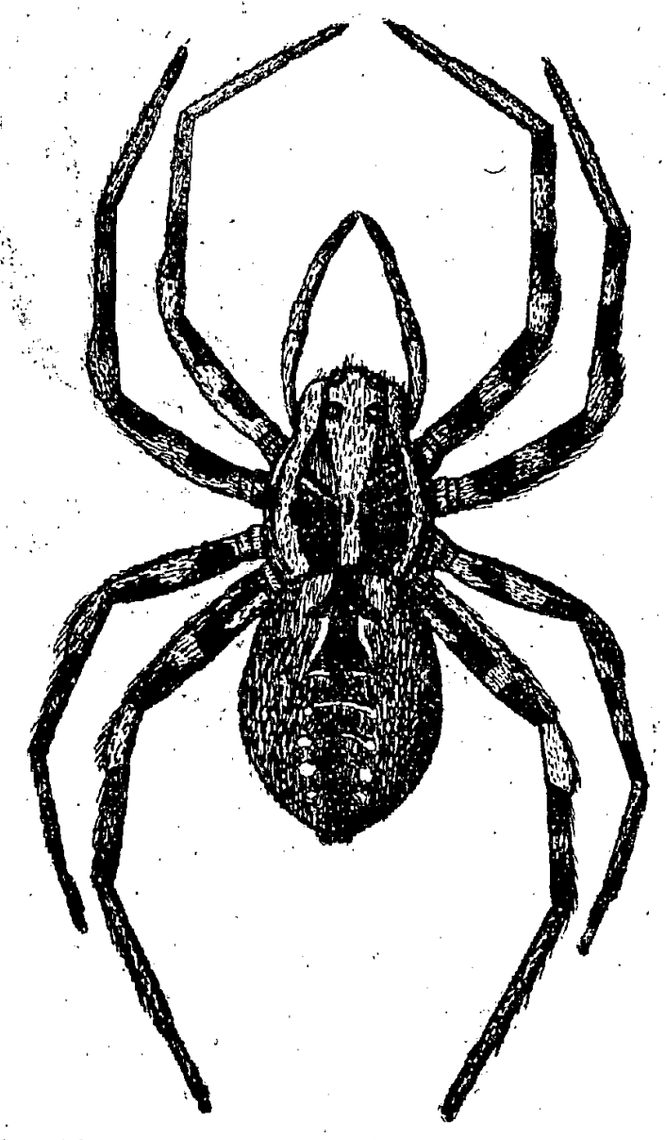


Fig. 109. — La Tarentule : *Lycosa tarentula*

puis aux Etats-Unis, et il y a aussi une abondante littérature sud-américaine sur ce sujet, surtout dans les pays bordant le Pacifique, car du côté Atlantique, l'espèce est rare ou inexistante, remplacée par le *L. geometricus* dont la venimosité paraît bien moindre.

Dans les cas les mieux observés, l'envenimation évolue de la façon suivante : la morsure elle-même n'est pas perceptible parfois, mais, de 5 à 15 minutes après, la douleur se fait sentir brusquement à l'endroit atteint ; cette douleur est si vive qu'elle arrache au patient des cris et des mouvements involontaires, puis elle se généralise et s'étend à tout le corps, ou seulement à certaines régions : reins, aîne, genoux. En même temps apparaissent des phénomènes généraux, assez différents suivant les cas ; la température peut s'élever, ou, au contraire, on peut constater de l'hypothermie ; la peau devient froide, la respiration accélérée et difficile, le pouls faible ; il y a une sudation très forte, et une salivation, parfois des vomissements, parfois du délire et des hallucinations ; le patient ne peut se lever et l'un des symptômes les plus fréquents est l'effroi, l'anxiété, la crainte de la mort. Ces phénomènes se reproduisent par intermittences, et cet état peut durer de 12 à 14 heures. Généralement tout disparaît ensuite, laisant seulement une sensibilité particulière de la région atteinte.

Ce sont, on le voit, des accidents graves, mais l'issue n'en est pas fatale. Cependant, on a signalé en Amérique et en Australie des cas de mort, très rares, à vrai dire, et qui semblent dûs à l'état de la personne mordue ou à la nature de la région atteinte. C'est ainsi qu'aux Etats-Unis on a rapporté jadis deux cas mortels de personnes mordues aux parties sexuelles par des Latrodectes établis dans le siège de lieux d'aisance. Les jeunes enfants seraient plus sensibles, comme ils le sont au venin des Scorpions. Et, bien entendu, une infection peut accompagner l'introduction du venin et s'y ajouter.

A côté de ces faits d'observation, assez nombreux pour être impressionnants, il convient de relater certains faits d'expérimentation. Lucas dit s'être fait mordre par la Malmignatte sans en ressentir aucun malaise. Bordas, plus récemment, s'est fait mordre par la même espèce à l'éminence thénar et à la base du poignet, il n'a éprouvé que des symptôme locaux assez bénins : douleur lancinante, légère paralysie locale, mais aucun des grands symptômes généraux signalés.

On est donc fondé à admettre que, si le venin des Latrodectes est réellement actif, il ne l'est pas toujours et qu'il y a quelque exagération dans la crainte inspirée par ces Araignées.

b) *La Tarentule.* — La Tarentule ou Lycose des Pouilles est une Araignée du genre *Lycosa* : *L. tarentula* (fig. 109), très voisine de la Lycose de Narbonne du Midi de la France, et qui tire son nom de la ville de Tarente (1).

Depuis fort longtemps, et jusqu'à une époque récente, cette Araignée a été accusée dans le centre et le sud de l'Italie de méfaits d'une gravité particulière, et d'un caractère spécial. Elle mordait les gens des campagnes, et les personnes atteintes ressentaient d'abord de vives douleurs, puis étaient prises d'une forte fièvre, de vomissements, le tout accompagné de délire. L'issue était fatale si l'on n'employait un traitement spécifique qui était seul capable d'amener la guérison. Pour cela on amenait aux malades des musiciens, qui commençaient à

(1) Le mot de « Tarentule » ou ses dérivés a malheureusement été appliqué à des animaux très différents, ce qui crée une grande confusion. Il y a la Tarentule, ou Lycose des Pouilles ; aux Etats-Unis on appelle « Tarantulas » les Mygales; un genre de Phrynes (Arachnides Pedipalpes) a été nommé « Tarantula » et il y a en plus un Lézard qui s'appelle « Tarentola ».

jouer des airs d'un rythme rigoureusement fixé ; en entendant cela, les malades se levaient, et étaient pris d'un besoin irrésistible d'exécuter des danses particulières qui, d'accord avec la musique, constituaient la fameuse « tarentelle ». Si les musiciens s'arrêtaient, ou si d'autres airs étaient joués, les malades retombaient immédiatement dans leur triste état ; aussi fallait-il continuer inlassablement pendant des heures, en relayant les musiciens au besoin ; quand les malades tombaient, épuisés et couverts de sueur, ils étaient guéris. L'ensemble de ces phénomènes a reçu le nom de tarentisme.

La croyance à ces faits a duré jusque vers le milieu du XIX^e^ siècle, gagnant même l'Espagne où existe une Lycose très semblable. Depuis, au contraire, le silence le plus profond a régné sur cette question, ce qui montre assez que la crédulité avait la plus large part dans l'établissement de ces légendes, et que les épidémies signalées comme si graves — des populations entières se trouvaient atteintes parfois — étaient dues surtout à des accès de folie collective, analogues aux danses de Saint-Guy du moyen âge, et aux excès des convulsionnaires du XVIII^e^ siècle.

Quel est l'état actuel de la question, et comment se fait-il que la littérature scientifique soit muette sur ce point depuis bon nombre d'années ? J'ai interrogé là-dessus de savants collègues italiens, MM. Grandi et Franchini, qui ont bien voulu faire une petite enquête auprès de médecins de la province des Pouilles. Il leur a été répondu que la Tarentule est toujours abondante dans le sud de l'Italie, et que sa morsure est toujours redoutée, mais on ne danse plus la tarentelle et on ne reconnaît plus au venin qu'une action très limitée et passagère ; on se contente de mettre sur la plaie une goutte de teinture d'iode, ou — ce qui est une croyance populaire universellement répandue — on y place le corps de l'Araignée ou encore de la soie.

Il existe d'ailleurs des Lycoses très voisines de la Tarentule dans d'autres régions ; le nord de l'Afrique en compte plusieurs espèces, et aucune n'est considérée comme particulièrement venimeuse ; la Lycose de Narbonne, commune dans la basse vallée du Rhône et de là jusqu'aux Pyrénées, n'a jamais causé d'accidents ; une espèce de taille encore plus impressionnante que la Tarentule, le *L. singoriensis* se trouve dans le sud de la Russie et en Moldavie ; j'ai demandé des renseignements à ce sujet au prof. E.-G. Racovitza, de Cluj (Roumanie), et il a bien voulu me répondre que cette Araignée mordait très rarement et causait, dans ces cas là, une forte enflure et de la fièvre, mais pas d'accidents plus graves.

Ainsi donc il semble bien que la question du venin doit être ramenée à de plus modestes proportions : on a beaucoup exagéré et les malades de jadis l'étaient surtout par persuasion.

c) *Les Glyptocranium*. — Le D^r^ Escomel, d'Aréquipa (Pérou) a appelé l'attention, récemment, sur une Araignée, *Glyptocranium gasterracantoides* (1) dont les morsures ont parfois des suites extrêmement graves. Elle est particulièrement dangereuse dans les régions viticoles, car elle se tient immobile sur les branches de vigne avec lesquelles sa couleur la confond. L'Araignée mord les personnes occupées à la culture des vignes. La douleur est forte, il se déclare un œdème, qui parfois s'étend, et l'on peut constater un phénomène très particulier constitué par la nécrose des tissus autour du point atteint : les tissus peuvent être détruits sur une surface assez étendue, et mettre à nu les organes internes. On signale le cas d'une petite fille piquée au cou, chez qui les muscles étaient mis à nu. La mort s'ensuit parfois, peut-être du fait du venin, mais peut-être aussi par suite d'infection de ces grandes plaies ouvertes, les paysans péruviens employant parfois les remèdes les plus étranges pour se guérir de la morsure de cette Araignée, appelée dans le pays *Podadora*.

On voit donc, par ce qui précède, que les Araignées réellement dangereuses sont fort rares. Pratiquement, les *Latrodectus* seuls peuvent rentrer dans cette catégorie, puisque le *Glyptocranium* est très localisé, et que le venin de la Tarentule est beaucoup moins actif qu'on ne l'avait prétendu.

Il faut traiter de légendes tous les récits manifestement exagérés qui sont faits à se sujet. Bien des accidents sont mis sur le compte des Araignées sans l'apparence d'une preuve et sans aucune observation précise. C'est ainsi que le mâle de *Tegenaria parietina*, Araignée velue, à pattes très longues, qui circule parfois dans les maisons la nuit, est accusé de faire des morsures graves à des personnes endormies ; cela est complètement inexact, car il est tout à fait inoffensif, et son venin n'a aucune action particulière.

En réalité, l'immense majorité des Araignées, et en particulier presque toutes celles de nos pays, sont à peu près sans danger pour l'Homme ; leur morsure n'a qu'une action négligeable ou nulle ; dans de rares cas le venin est un peu plus actif et provoque quelques phénomènes locaux, dont la gravité ne dépasse guère celle de la piqûre d'une Abeille ou d'une Guêpe.

Lucien BERLAND.

(1) *Bull. Soc. Pathologie exotique*, 1918. p. 136-150. — Le nom de *Glyptocranium* devrait, d'après certains auteurs, être remplacé par celui de *Mastophora*, qui a la priorité.

NOTES ET ACTUALITÉS

Radioélectricité

Mesure des fréquences utilisées en T.S.F. — Le nombre croissant des postes puissants de transmission de T. S. F. ne permet un trafic dans des conditions convenables qu'en utilisant, à la réception, des appareils très sélectifs, c'est-à-dire ne permettant que la réception d'une fréquence bien déterminée. En réalité, il n'y a pas d'appareils sélectifs parfaits et les appareils permettent non la réception d'une fréquence unique, mais celle d'une bande de fréquences. Il est donc nécessaire qu'un certain écart existe entre les longueurs d'onde attribuées à différents postes pour éviter les brouillages. On conçoit combien il est nécessaire qu'un poste se maintienne aussi exactement que possible à la fréquence qui lui a été attribuée.

M. Jouaust (*Bulletin de la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale*, juillet-août-septembre 1926) résume les méthodes actuellement utilisées pour la mesure de ces fréquences.

1. L'appareil imaginé par MM. Abraham et E. Bloch et connu sous le nom de multivibrateur fournit une base précise de fréquences.

MM. Abraham et Bloch ont eu l'idée de réaliser une sorte de poste à lampes donnant non plus du courant de haute fréquence, mais du courant de fréquence musicale. En agissant sur les organes de ce poste, on peut amener le son qu'il produit à être à l'unisson d'un diapason soigneusement étalonné. On connaît donc exactement la fréquence de l'oscillation fondamentale de ce poste à lampes. Mais il a été construit de telle sorte qu'à cette fréquence fondamentale se superposent de nombreuses harmoniques dont, par suite, la fréquence est parfaitement connue.

Les premiers de ces harmoniques sont encore de fréquence musicale, mais les harmoniques de rang élevé atteignent les fréquences de la radiotélégraphie. Si donc on connaît le rang de l'harmonique (et une technique spéciale a été imaginée pour les compter facilement), cet harmonique fournit une source de courant de haute fréquence, de longueur d'onde parfaitement connue et qui peut servir à étalonner un appareil de mesure de fréquence, un ondemètre.

2. Un ondemètre se compose essentiellement d'un circuit résonant inductance-capacité dans lequel on reçoit les oscillations électriques dont on veut mesurer la fréquence.

En faisant varier soit l'inductance, soit la capacité, on modifie la période propre de ce circuit récepteur. Le courant induit est maximum lorsque la période propre du circuit est la même que celle des oscillations reçues. Il suffit de noter le moment où la transmission a son action maxima sur l'ondemètre pour connaître sa fréquence si l'ondemètre a été préalablement étalonné. Si, au contraire, le poste émeteur est constitué par un multivibrateur, on peut étalonner l'ondemètre.

Mais l'évaluation d'un maximum est chose difficile. Au contraire, il est très facile de s'assurer qu'une action est nulle. M. Armagnat a substitué une méthode de zéro à l'appréciation du maximum. On arrive ainsi à réaliser, à moins de 1/1000, l'accord du circuit oscillant sur la fréquence à mesurer.

3. Pour comparer les étalonnements d'ondes faits dans divers pays, on a longtemps utilisé le procédé suivant :

A un instant donné, une émission appropriée était faite par un poste puissant et la fréquence de cette émission était mesurée en divers points. C'est ainsi, par exemple, qu'une fois par semaine, une émission faite par le poste de Croix d'Hins est mesurée simultanément par les laboratoires de la Radiotélégraphie militaire à Paris et par ceux de la Marine américaine, près de Washington. L'accord entre les deux mesures est généralement de l'ordre du millième.

Un procédé plus commode pour ces comparaisons a été imaginé par le physicien américain Cady :

Si, sur les deux faces d'une lame de quartz convenablement taillée par rapport à ses axes cristalographiques, on places des armatures et si on applique une différence de potentiel entre les deux armatures, la lame de quartz s'allonge ou se contracte perpendiculairement aux armatures, suivant le sens et la différence de potentiel appliquée : c'est le phénomène de la piézoélectricité, découvert par P. et J. Curie.

Si la différence de potentiel est alternative, la lame de quartz vibre. Mais la verge ainsi constituée par la lame de quartz a une fréquence propre. Lorsque les vibrations forcées que lui communique l'action piézoélectrique ont la même fréquence que les vibrations propres, les déformations mécaniques s'amplifient et, pour se produire, soutirent au circuit excitateur une puissance notable. Si par exemple, le condensateur constitué par la lame de quartz fait partie d'un circuit oscillant, on constate une augmentation brusque de la résistance de ce circuit au moment où la fréquence des oscillations correspond à la période propre du quartz. Il est donc très facile de noter, pour un circuit oscillant de fréquence variable, le moment où il est accordé sur la fréquence propre du résonateur piézoélectrique, qui constitue ainsi une sorte de diapason électrique. En faisant varier les dimensions de la lame de quartz, dimensions qui sont de l'ordre de quelques centimètres, on peut construire des résonateurs piézoélectriques pour diverses fréquences et les transporter facilement d'un laboratoire dans un autre. Bref, on peut faire jouer au quartz piézoélectrique, au point de vue des fréquences des courants électriques, le rôle que joue le diapason vis-à-vis des vibrations sonores. A. Bc.

Physique du Globe

La pluie colorée du 30 octobre 1926 (1). — Nos lecteurs ont eu connaissance par une note de M. Bidault de l'Isle (*Revue Scientifique*, 1926, page 753) des particularités si curieuses des pluies des 30 et 31 octobre 1926. Ces pluies tenaient en suspension de très fines particules terreuses, formant des taches de boue là où elles tombaient. Une grande partie de la France en subit les effets. On a émis l'opinion que ces boues provenaient soit de poussières volcaniques, soit de sables du Sahara. L'analogie des conditions météorologiques qui régnaient au moment de ces pluies et aux moments de pluies antérieures dont l'origine était bien démontrée, s'accorde avec l'analyse chimique et minéralogique pour les faire considérer comme de provenance africaine.

Dans deux communications à l'Académie des Sciences (C. R., 1870, pages 1043 et 1369), Tarry a admis que les pluies de poussières et celles dites « de sang », de même que les chutes de neige rouge, observées parfois dans le sud de l'Europe (et celles dont parle Tite-Live sont dans ce cas) sont dues aux sables du Sahara qu'un vent impétueux

(1) D'après une communication faite le 6 février 1927 à la Société des Sciences de l'Yonne.

amène jusqu'en Europe. Il dit l'avoir démontré en étudiant trois de ces pluies tombées en Sicile, les 10 et 24 mars 1869 et le 14 février 1870. L'examen des conditions météorologiques dans lesquelles elles s'étaient produites lui ont permis d'exposer de la façon suivante la marche du phénomène : des cyclones ou tourbillons atmosphériques, accompagnés de violentes tempêtes et d'une forte dépression barométrique à leur centre, se forment tout d'un coup au Nord de l'Europe et se dirigent rapidement vers l'Afrique. Là, ils produisent dans le Sahara de véritables tempêtes de sable, qui soulèvent des quantités énormes de sables du désert jusque dans les régions les plus élevées de l'atmosphère. Dans la zone des tropiques, ils trouvent des conditions atmosphériques toutes différentes. Ils éprouvent alors invariablement un mouvement de recul qui les fait revenir vers le Nord. Ils retraversent donc le Sahara en sens inverse, y soulèvent de nouvelles masses de sable mobile, qu'ils amènent sur l'Europe, où on peut le recueillir çà et là sur leur parcours.

Or, nous trouvons des observations qui cadrent avec les explications de Tarry pour d'autres pluies du même genre, comme pour celle du 30 octobre 1926. Lors d'une pluie de poussières tombée le 10 mars 1901 en Tunisie, en Sicile, en Italie et jusqu'en Allemagne (pluie sèche, c'est-à-dire non accompagnée de chute d'eau), notre regretté collègue Bertainchand, ancien Directeur de la Station agronomique de Tunis a relevé, trois jours avant la chute des poussières atmosphériques tombées à Tunis, une baisse barométrique de 756 m/m à 748. Le cheminement des poussières avait été plus lent que l'onde atmosphérique, ce qui est un phénomène normal, comme on l'avait déjà constaté lors de la terrible explosion de Krakatoa; la dépression barométrique avait précédé l'apparition des poussières, dont le transport dans les hautes régions de l'atmosphère a été la cause des illuminations crépusculaires signalées dans l'hiver de 1883-1884.

Il est intéressant de noter que des dépressions barométriques ont précédé également la chute de la pluie colorée du 30 octobre 1926. M. Bidault de l'Isle a relevé, sur les appareils enregistreurs de son Observatoire de La Guette, une dépression de 25 m/m le 25 octobre (760 m/m à 735), puis, après que la pression était redevenue normale, une nouvelle chute le 29, qui la faisait tomber de 756 m/m 6 à 732 m/m. C'est la tempête marquant la fin du cyclone, par vent du Sud, qui a apporté, le 30 octobre, la pluie colorée dans nos régions.

Ainsi, en rapprochant ces documents météorologiques, nous constatons, pour la pluie de 1926 comme pour les pluies antérieures, des dépressions barométriques les précédant, selon la théorie de Tarry.

Examinons maintenant la composition de ces différentes pluies.

L'étude chimique faite avec le concours de Mme Chégut, ingénieur agronome, préparatrice à la Station agronomique a porté sur un échantillon de 80 cmc. d'eau tenant en suspension des particules terreuses colorantes.

L'analyse de ces particules, faite après fusion avec un mélange de carbonates de soude et de potasse, est consignée dans le tableau ci-dessous.

Matières organiques	10,65
Silice (SiO^2)	41,85
Oxyde de fer (Fe^2O^3)	8,20
Alumine (Al^2O^3)	13,50
Carbonate de chaux (Co^3 Ca)	22,50
Sulfate de chaux (SO^4 Ca)	1,40
Corps non dosés (par insuffisance de l'échantillon, manganèse, phosphates, magnésie, etc).	1,9

Au point de vue chimique, il s'agit, aussi bien pour les pluies antérieures que pour celle de 1926, de sable fin, mélangé d'argile et de carbonate de chaux, incrustés d'oxyde de fer; l'ensemble des éléments ci-dessus formant la presque totalité des échantillons, les autres, non dosés, n'étant contenus qu'à l'état de traces. Si les substances précitées sont de même nature dans tous les cas, leur proportion centésimale diffère : c'est ainsi que les poussières de Tunis sont plus riches en silice et moins riches en argile et en carbonate de chaux que celles provenant de la même pluie tombée à Palerme et que celle du 30 octobre 1926. Ces différences centésimales s'expliquent parfaitement : d'une part, les éléments enlevés au désert africain se déposent par ordre de densité, les parties les plus grossières et les plus lourdes, qui sont les plus riches en silice, tombent plus ou moins près du lieu d'origine tandis que les particules argileuses et calcaires plus légères restent en suspension dans l'air et sont entraînées plus loin; d'autre part, les cyclones qui ont soulevé ces éléments aux diverses époques ne sont pas forcément passés au même point. D'ailleurs, pour divers échantillons d'une même pluie colorée, quelques différences de composition centésimale peuvent se produire suivant la façon dont les échantillons ont été prélevés.

Il n'en est pas moins vrai que leur composition générale doit être considérée comme pratiquement semblable.

Telle est la conclusion à laquelle on arrive également en interprétant les analyses minéralogiques effectuées sur la pluie de Tunis et sur celle de 1926, par M. Cayeux, le savant professeur de Géologie et de Minéralogie au Collège de France et à l'Institut Agronomique.

« L'échantillon, dit M. Cayeux, réalise les caractères d'une poussière typique ». Les éléments en très forte majorité mesurent moins de 5 centièmes de millimètre; les plus petits n'atteignent pas 1 centième de millimètre et le plus gros observé dépasse de très peu un demi-millimètre. On peut donc dire que la majorité des éléments ont des dimensions plus faibles que les grains d'amidon de blé des farines finement blutées.

Aucune trace de classement n'est visible.

Les principaux éléments sont les suivants : *quartz; calcite;* complexes *argilo-quartzeux* minéralisés par de l'oxyde de fer, *muscovite, magnétite, anatase, rutile, tourmaline, zircon*, etc.

Aucun organisme à test calcaire n'est visible. Par contre, il existe une proportion très appréciable de valves de diatomées (algues microscopiques riches en silice), de rares spores et débris de tissu végétal indéterminables. Presque tous les matériaux ont un reflet ocreux. »

Si l'on compare cette analyse avec celle des poussières de Tunis, on est frappé de la similitude de leur ensemble.

On doit donc considérer celles qui ont coloré la pluie de 1926 comme de même nature chimique et minéralogique que celle des pluies antérieures, dont l'origine saharienne avait été démontrée.

Il ne faut pas, d'ailleurs, trouver singulier que des sables africains aient été transportés à de telles distances. Des exemples analogues ne manquent pas : les cendres du Vésuve, en 427, ont été chassées jusqu'à Constantinople; celles des volcans de l'Islande, en 1875, sont venues tomber dans les rues de Stockholm, après un parcours de 1.900 kilomètres; les poussières d'alizés, issues du Sahara, s'étendent jusqu'au milieu de l'Océan Atlantique; la pluie du 10 mars 1901, également d'origine saharienne est parvenue jusqu'en Allemagne.

On conçoit donc que le vent des derniers jours d'octobre 1926, qui a soufflé du Sud avec une violence et une vitesse exceptionnelles aient transporté des sables africains jusque dans nos régions.

Eug. Rousseaux,
Directeur de la Station agronomique d'Auxerre.

Géologie

La Genèse des gisements de potasse d'après les conditions géologiques du lac Assal (Somalie française). — Le lac Assal, bahr el Assal, profond par endroits de 40 mètres, est situé sur la côte française des Somalis, dans une région volcanique, où abondent laves et tufs basaltiques. Un climat désertique y détermine une évaporation intense. La cuvette lacustre est distante de 10 kilomètres de la baie du Goubet Kharab, qui communique avec le fond du golfe de Tadjoura par une passe étroite. Le seuil, entre le lac et la baie, s'élève à la côte 120 ; il est lui-même formé de laves et de tufs basaltiques. Le fond du lac se creuse à 150 ou 160 mètres au-dessous du niveau de la mer.

Le lac d'Assal, qui mesure 10 km. sur 12, présente deux cuvettes : celle de l'Est est remplie d'eau chargée de sel (densité : 1,22, soit 25°Bé) ; la moitié de celle de l'Ouest est occupée par une masse blanche de sel. L'ensemble est entouré topographiquement par un anneau de gypse de 50 à 500 mètres de large et de 5 à 12 mètres de haut.

Sur la rive orientale du lac, et à peu près à son niveau sortent de distance en distance, des sources d'eau très salées (3°5 Bé comme en mer), les unes à la température ordinaire, les autres très chaudes (jusqu'à 77° C.) ; ces exsurgences sont incontestablement alimentées en majeure partie par des infiltrations d'eau de mer au fond du Goubet Kharab.

La densité de l'eau du lac ne varie pas de la surface au fond si l'on s'écarte de 200 m. de la rive. Le fond du lac, du moins vers les bords, est couvert de gypse, sauf au débouché des ravins, où s'accumulent des boues argileuses colorées par de l'oxyde de fer, mêlées de sels marins et de débris végétaux ; de petits poissons vivent dans les thalwegs en aval des sources d'eau salée.

La nappe de sel, située à l'Ouest de la nappe d'eau, comporte, sur sa marge orientale, une couverture d'eau très peu profonde ; les vagues d'eau saturée que pousse ici le vent y abandonnent de petites boules de sel de 3 mm. de diamètre, provenant de trémies gênées dans leur développement cristallin par le mouvement continuel de la lame d'eau. Les ravines d'eau salée qui aboutissent à la nappe de sel entraînent parfois des poissons qui vont mourir dans l'eau concentrée, où leur corps, d'ailleurs, ne se décompose pas.

La masse de sel comprend une couche superficielle de 20 à 25 mm., puis une petite lame d'eau saturée de sel, une nouvelle strate de sel et ainsi de suite. Si la couche superficielle est rompue, l'eau sous-jacente la reconstitue immédiatement, par évaporation, à son ancien niveau.

Enfin, les dépôts de gypse du tour du lac comportent de minces lits de calcaires durs. La précipitation du sulfate de chaux semble due à des apports par les sources, qui amènent de l'eau de mer dans une solution saturée de chlorure de sodium. Le mélange des deux eaux donne une solution à un degré de concentration tel que le sulfate de chaux en excès se précipite.

L'examen géologique des falaises qui entourent le lac Assal montre cette cuvette comme ayant été d'abord occupée par des eaux saumâtres, puis, pendant longtemps, au Pliocène, par des eaux douces, d'après les fossiles découverts dans les tufs. Des épisodes lagunaires avec dépôt de gypse ont d'ailleurs coupé la phase de sédimentation dulçaquicole, qui dut correspondre, dans son ensemble, à une époque de climat pluvieux.

L'attitude remarquable faible du fond du lac serait en rapport avec les mouvements de surélévation et surtout d'affaissement qui ont affecté, à une période récente, toute la région érythréenne et éthiopienne. L'isolement de la cuvette y détermine des concentrations d'eau passant par des équilibres variés, déterminant une précipitation prédominante de gypse et ensuite de sel gemme, du moins dans les parties les plus éloignées des apports d'eau de mer assurés par les sources.

Le facteur dominant dans la production d'alternances de bancs de sel de nature différente au fond de lagunes d'évaporation consiste, suivant M. Dégoutin, en une succession de changements climatiques, bien plutôt qu'en une répétition de mouvements alternatifs de surélévation et d'affaissement. Les récentes découvertes chimico-physiques démontrent d'ailleurs que de bien faibles écarts de température suffisent à apporter un trouble profond dans les équilibres chimiques d'eaux saturées, tels que les ont définis les recherches de J. H. van't Hoff et de ses élèves.

Les gisements de sel exploités ne sont pas tous à l'origine directement formés aux dépens de sels d'eau de mer : leurs dépôts sont alors dus à la précipitation de matières reprises à des gîtes salins de la région et remises en mouvement par dissolution dans des eaux de circulation souterraine. Dans les saumures donnant des amas de sels primitifs, la précipitation se fait relativement d'après un certain ordre théorique suivant les expériences d'Usiglio : calcaire, gypse, sel gemme, sulfate de magnésie, chlorure de potassium, chlorure de magnésium (l'ordre de précipitation de ces deux derniers sels est inversé par l'élévation de la température) ; les proportions sont en rapport avec celles des matières tenues en solution dans l'eau de mer. Au contraire, les saumures, résultant de reprises de sels de roches de la région, ont commencé à se former par remise en mouvement des éléments les plus solubles ; les proportions de sel s'y présentent donc initialement en ordre relatif inverse de celui des solutions mères primitives, le sel gemme étant malgré tout prédominant du fait de son abondance absolue.

La lagune de potasse de l'Erythrée, où se forme actuellement de la sylvine à 90 o/o de chlorure de potassium et 10 o/o de chlorure de sodium, correspond à des eaux mères ayant précipité assez peu après le début de la reprise par dissolution d'un amas salin plus ancien du voisinage. La lagune qui a donné les potasses d'Alsace constituée par de la sylvinite oligocène (mélange de chlorure de sodium et chlorure de potassium : 12-22 o/o de potasse pure), se réfère aussi à des eaux mères ayant suivi d'assez près le début de la reprise de sel d'un vieil amas, permien sans doute : toutefois elle se place à un stade un peu différent de celui de la lagune de l'Erythrée. Au contraire, la sebkha de Zarzis (Sud Tunisien) marque une étape toute différente, car la remise en mouvement de sels permiens affecte, aujourd'hui, surtout le chlorure de magnésie et faiblement le chlorure de potassium.

La lagune oligocène où se sont formées les potasses de Suria-Cardona, près de Barcelone (Espagne), correspond à une situation génétique intermédiaire entre celle du gisement d'Alsace et celle de la sebkha de Zarzis. L'horizon inférieur à 23-34 o/o de sylvinite rappelle assez les conditions de la lagune d'Alsace ; l'horizon moyen à carnallite (chlorure double de magnésie et de potasse) sans sylvinite, tend vers un équilibre rappelant plutôt la sebkha de Zarzis ; l'horizon supérieur à carnallite et sylvinite correspond à un stade intermédiaire entre celui de l'horizon moyen et celui de l'horizon inférieur. Génétiquement confine à l'horizon supérieur de Catalogne, le gise-

ment de Kalusz et Stebnik (Pologne), où l'on trouve de la sylvinite et de la kaïnite (chlorure de potasse et sulfate de magnésie); toutefois, la kaïnite est plus riche en potasse pure (12 à 16 o/o) que la carnallite (6 à 12 o/o). Enfin, les fameux gisements d'Allemagne (Stassfurt, etc.) sont formés d'amas primaires de sels, recouverts de masses de sel remises en mouvement secondairement. Au-dessus, en effet, de la masse de sel gemme ancien ne provenant pas d'un remaniement, se trouve la série des zones de sels déliquescents, polyhalite, kiésérite, carnallite, que protège un manteau d'argile salifère. Plus haut viennent, surtout au sommet des voûtes anticlinales, des dépôts secondaires de dissolution : c'est là seulement qu'apparaissent la sylvine, la sylvinite, la kaïnite, la picromérite, au milieu de la masse du hartsalz (sel dur).

L'intérêt de l'étude du lac Assal, pour la reconstitution des modalités de genèse, encore si discutées, des gisements de sels déliquescents, réside notamment dans la position géographique de cette cuvette de la Somalie française. Située tout près de la mer, dans une région désertique, elle se trouve donc placée dans des conditions comparables à celles qui, selon toute vraisemblance, étaient réalisées dans l'Europe moyenne à la fin des temps primaires et encore à l'ère tertiaire.

L. JOLEAUD.

Chimie

Synthèse des pétroles. — La Conférence internationale de Pittsbourg a été l'occasion de communications intéressantes sur l'utilisation des charbons, tant pour la production de la chaleur et de la force motrice que pour la préparation d'autres combustibles dérivés, solides, liquides ou gazeux, et même de produits chimiques plus ou moins synthétiques.

M. Georges Patart a publié dans le *Génie Civil* (nos des 15 et 22 janvier 1927) un remarquable compte-rendu de cette conférence, qui ne groupait malheureusement pas tous les intéressés et qui ne concernait pas les lignites.

Parmi de nombreuses communications d'un grand intérêt, nous analyserons, d'après les renseignements publiés par M. Patart, l'exposé que le professeur Franz Fischer, directeur de l'Institut de Recherches sur le charbon, de Mülheim-sur-Rhur (Allemagne), a fait du procédé synthétique de production directe des pétroles qu'il a récemment découvert avec son collaborateur M. Tropsch.

Sabatier et Sanderens ont transformé quantitativement l'acide carbonique et l'oxyde de carbone en méthane par réduction au moyen de l'hydrogène à la pression atmosphérique. Cela remonte à 24 ans, l'agent catalyseur employé était le nickel.

MM. Fischer et Tropsch emploient généralement du cobalt et du fer à des températures assez basses pour éviter la formation du méthane. Dans ces conditions — et sans qu'il soit nécessaire d'utiliser du fer ou du cobalt divisé, exempts de tout autre produit — ces savants sont arrivés assez facilement à produire environ 50 o/o de *gas oil*, mélange d'éthane, de propane et de butane, qui peut être comprimé et liquéfié.

Ce n'est qu'à la suite de recherches longuement poursuivies qu'ils ont pu, au lieu de gas oil, produire les homologues supérieurs constituant la gazoline (essence de pétrole) : les différentes masses de contact à base de fer et de cobalt agissent alors d'une manière très différente et les ingrédients nécessaires pour maintenir ou développer ces surfaces modifient souvent les lois de fonctionnement que l'on croyait établies.

La synthèse des paraffines est plus facile que celle des essences légères, la présence d'éléments fortement basiques facilite la polymérisation et conduit jusqu'à la formation de la paraffine solide. On a l'impression, dit le professeur Fischer, que la polymérisation une fois déclanchée, se poursuit d'elle-même jusqu'à la limite et qu'il y a certaines difficultés à l'arrêter au point précis pour obtenir des molécules de grandeur intermédiaire correspondant aux essences de pétrole.

Quant au rendement absolu, il est de 100 gr. d'hydrocarbures solides, liquides ou aisément liquéfiables, par mètre cube de gaz à l'eau, si l'on a soin de faire repasser le gaz à plusieurs reprises sur le catalyseur.

Il semble plus pratique, au début, de se borner à traiter une partie du gaz à l'eau, le reste étant utilisé suivant les procédés ordinaires. Si, dans ces conditions, on ne considère comme consommée que la partie du gaz transformée en pétrole, on peut conclure que l'on a atteint le rendement maximum théorique (180 à 186 gr. d'hydrocarbures par mètre cube de gaz à l'eau industriel, ce qui correspondrait à une dépense de 3 k. 93 de coke par kilogramme d'hydrocarbures, suivant le calcul de M. Patart).

Il semble possible de se rapprocher du rendement thermique en retransformant le méthane et le gaz oil, formés en même temps que les hydrocarbures, par un traitement igné ou par addition de vapeur d'eau et d'acide carbonique, le mélange étant reconduit sur la masse de contact.

Le professeur Fischer déposa à l'Institut de Pittsbourg trois échantillons des produits pétrolifères qu'il a obtenus.

Le premier est une huile jaune, pétrole brut que l'on recueille dans le condenseur de l'appareil.

Le second est formé des produits bouillant à haute température, tels qu'ils quittent le tube de catalyse, il comprend une petite quantité d'huile de graissage et une partie importante de paraffines qui se solidifient partiellement d'elles-mêmes au fond du réciplent.

Le troisième échantillon est extrait des gaz résiduels par le charbon activé, c'est un produit clair et limpide comme de l'eau, comparable à l'essence de tourisme des automobiles.

Cette intéressante communication mérite assurément l'accueil enthousiaste qu'on lui a fait. Il ne reste plus qu'à industrialiser le procédé.

EM. M.

Radiologie

Action des rayons X sur la cholestérine. — Certains auteurs ont vu que la cholestérine en solution se détruit rapidement sous l'influence des rayons X; ils ont tiré immédiatement de ce fait des conclusions relativement à l'action des rayons sur les néoplasmes malins où, d'après eux, le taux de la cholestérine est augmenté. M. Dognon a eu l'idée de soumettre à l'action des rayons X des solutions de cholestérine dans des solvants variés : chloroforme, benzène, térachlorure de carbone, bromoforme, sulfure de carbone et monochlorobenzène; ces solutions étaient toutes au titre de 1/10.000 (*C. R. Soc. de Biologie*, 4 décembre 1926).

Il a constaté que c'est seulement dans certains solvants que se produit, sous l'influence des rayons X, la destruction de la cholestérine. L'intensité de cette destruction varie d'ailleurs considérablement avec la nature du solvant. Avec C^6H^6,CS^2,C^6H^5Cl elle est absolument nulle. L'action des rayons X sur la cholestérine est donc indirecte; il est imprudent et prématuré d'en faire la base d'une théorie sur le mécanisme du traitement radiothérapique des tumeurs.

A. B.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Mines

Le gaz naturel et le pétrole dans le Nord de l'Alberta. — On a dans l'Alberta exécuté des forages, principalement dans deux bassins, l'un au bord de la Peace River au nord de la ville du même nom, l'autre sur les bords de la Athabaxa River, tous les deux au nord et au sud de Mc-Munay. La plupart des sondages sont à proximité du fleuve, car on ne pouvait faire les transports que par eau. On a cependant exécuté quelques sondages isolés à Pouce Coupé à l'extrémité ouest de la Peace River et à High Prairie dans le sud. Toute la surface depuis 55° jusqu'à 58° de latitude de 11° à 120° de longitude ouest est sur les formations crétacées. On peut avoir du gaz dans de nombreux endroits mais par suite des difficultés de transport, on n'a encore exécuté aucun sondage dans la région entre les deux fleuves, ni dans le nord.

On trouva du pétrole dans le bassin de la Peace River en 1916; il s'ensuivit une fièvre du pétrole, mais il fallut abandonner presque tous les 16 sondages au bout de cinq ans, car aucun ne donnait de pétrole en quantité suffisante et l'on avait beaucoup de difficultés avec l'eau. A Pouce Coupé, on pourrait certainement avoir de fortes quantités de gaz; à High Prairie, il fallut arrêter les sondages par suite des irruptions de l'eau salée. Les gaz de ces sondages varient énormément de composition; la teneur en hélium s'élève jusqu'à 0,015 p. 100, il n'y a presque pas de gazoline. La teneur en éthane, qui s'est élevée jusqu'à 15 p. 100 dans un sondage, est très faible quand la teneur en acide carbonique est élevée, cette teneur s'élève jusqu'à 19 p. 100, il y a toujours un peu d'hydrogène sulfuré. L'eau est très dense de 1,02 à 1,03 par suite du chlorure et du bicarbonate de sodium qu'elle contient. Dans le bassin d'Athabaxa, deux sondages donnent du gaz sur une base commerciale à une pression de 20 kgr. par cm^2. Ces sondages sont à une distance de 80 km. du chemin de fer; une conduite à travers ce pays sauvage coûterait trop cher et on ne peut utiliser sur place le gaz produit. (*Engineering*, 24-9-26). **E. P.**

Métallurgie

Feuilles métalliques translucides. — On produit les feuilles métalliques extrêmement minces soit par voie mécanique par martelage ou laminage, soit par voie chimique par déposition sur un autre métal qu'on élimine ensuite en employant le procédé Wollaston. La feuille d'or la plus mince qu'on ait pu produire par martelage mesure 0,9 de 10^{-6} cm. (0,09 μ). On n'est pas encore arrivé avec le nickel à en réduire l'épaisseur déposée par l'électrolyse en dessous de 1 μ. Cette méthode par électrolyse donne cependant des résultats avantageux, car elle conserve à ces feuilles malgré leur épaisseur minuscule toute facilité de maniement, les feuilles ainsi fabriquées sont aussi plus homogènes et moins poreuses que les feuilles produites par voie mécanique. A l'établissement physique de Berlin, Carl Muller est arrivé à réduire à environ 1/10 de l'épaisseur des feuilles d'or, l'épaisseur des feuilles d'autres métaux, en opérant de la façon suivante : il dépose le métal (argent, platine, nickel ou fer) en couche mince sur du cuivre; il dissout ensuite presqu'entièrement le cuivre, la surface de la pellicule reste ainsi enduite d'un film de cuivre; il attaque alors les deux films jusqu'à ce que le film de nickel ou de l'autre métal reste seul dans un cadre ou anneau de cuivre. Il a ainsi produit des membranes de nickel de 0,04 μ d'épaisseur et de 6 cm. de diamètre, il est même arrivé à fabriquer des feuillets plus minces n'ayant pas plus de 0,01 μ d'épaisseur.

Un faible courant d'air suffit pour briser les films d'or les plus minces. Les films de nickel sont bien plus résistants et surtout plus élastiques. Des pellicules de nickel de 0,25 μ disposées sur les ouvertures de tubes de décharge sur un maillage de fil de fer de 0,6 mm., ont résisté à une pression de gaz correspondant à 25 cm. de mercure. En admettant l'exactitude des théories de Hulls Bohlin et autres concernant la structure en treillis des pellicules métalliques, les pellicules d'or et de nickel les plus minces qu'on aurait fabriquées comprendraient environ 30 couches d'atômes superposés. En transmettant la lumière, les pellicules d'or restent vertes jusqu'à l'épaisseur la plus faible. Par réflexion elles paraissent encore vertes jusqu'à l'épaisseur de 0,2 μ, mais plus minces, elles paraissent roses. Chauffée dans une atmosphère contenant de l'oxygène, une pellicule de nickel de 0,08 μ se colore et devient de plus en plus transparente mais il semble que le métal n'est pas du tout volatilisé, car en la chauffant dans l'hydrogène, on reproduit la pellicule primitive. Une pellicule de 0,04 μ large d'un centimètre, supporterait 0,3 ampères sans subir aucune oxydation. On met à profit la grande conductibilité et la grande élasticité de ces pellicules, dans la construction des instruments délicats, électromètres, etc., une pellicule de 0,04 μ d'épaisseur et de 6 mm. de diamètre pèse 1 milligramme. (*Engineering*, 12-2-26). E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 avril 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *S.-A. Gheorghiu* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la croissance du dénominateur D (λ) de Freidholm.**

— *D.-V. Jonesco* (prés. par M. Hadamard). — **Un problème relatif à la théorie des équations aux dérivées partielles de second ordre à caractéristiques réelles.**

GÉOMÉTRIE. — *E. Cartan.* — **Sur les géodésiques des espaces de groupes simples.**

MÉCANIQUE. — *De Sparre.* — **Remarque au sujet de la Note de M. Sugot, du 28 février 1927, sur l'intégration des équations différentielles du mouvement gyroscopique d'un projectile.**

GÉODÉSIE. — *Marcel Brillouin.* — **Océans et continents. Marées océaniques et marées du sol. Formules normalisées pour leur calcul théorique.**

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — *Barbillion* (transm. par M. André Blondel). — **Sur la répartition des courants de Foucault dans un disque métallique soumis à l'action du pôle inducteur de section circulaire, mais excentré par rapport au disque.**

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Albert Portevin* et *André Sourdillon* (prés. par M. Henry Le Chatellier). — **Influence de la température de trempe sur les déformations des cylindres d'acier.**

L'étude de l'influence de la température d'immersion dans l'eau a montré que la longueur et le diamètre de la

section médiane des cylindres essayés ont éprouvé des variations de sens inverses; il existe deux températures θ_1 et θ_2 correspondant à l'invariance de la longueur et entre lesquelles il y a raccourcissement.

L'étude de l'influence du rapport $\frac{\text{longueur}}{\text{diamètre}}$ a montré qu'en faisant varier la longueur des cylindres, à égalité de diamètre, les déformations des cylindres longs $\left(\frac{L}{D} > 1\right)$ sont de sens inverse de celles des cylindres courts ou disques $\left(\frac{L}{D} < 1\right)$.

Dans les déformations de trempe, il y a superposition de deux phénomènes : 1° le phénomène banal résultant du jeu des inégales contractions lors du refroidissement d'une masse en condition non isotherme; 2° le phénomène de trempe proprement dit, formation de martensite ou d'austénite. Aux températures d'immersion inférieures à la température critique de trempe, le phénomène banal existe seul et détermine un acheminement général vers la forme sphérique; aux températures plus élevées, la trempe martensitique avec diminution de densité agit en sens inverse.

SPECTROSCOPIE. — *C. Mihul* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur le spectre de 3e ordre de l'oxygène.**

L'auteur expose dans cinq tableaux les nouvelles mesures qui lui ont permis de reconnaître, dans le spectre étudié, 5 multiples nouveaux du système des triplets ($r = 3$).

POLARIMÉTRIE. — *R. Descamps* (prés. par M. A. Cotton). — **La dispersion rotatoire, dans l'ultra-violet, de solutions aqueuses d'acide tartrique contenant de l'acide borique.**

Dans une Note précédente (*C. R.*, 184, 1927, p. 453), l'auteur a indiqué les résultats obtenus en partant de trois solutions aqueuses d'acide tartrique contenant une quantité équimoléculaire d'acide borique. Dans cette nouvelle Note, il donne les mesures prises en partant de solutions aqueuses contenant les acides tartrique et borique en proportions moléculaires très différentes. Un tableau donne la composition des solutions employées et leurs pouvoirs rotatoires spécifiques à la température de 23°,0 ± 0,1. On a observé qu'à mesure que la quantité d'acide tartrique décroît, les pouvoirs rotatoires spécifiques croissent et les maxima s'éloignent du spectre visible.

RADIOLOGIE. — *Iser Salomon* (prés. par M. Maurice de Broglie). — **Radioqualitomètre à lecture directe et continue.**

La qualité du rayonnement, dont la connaissance est indispensable dans les applications thérapeutiques des rayons X, n'étant pas actuellement évaluée avec une précision suffisante, l'auteur a mis au point un qualitomètre qui consiste essentiellement en deux chambres d'ionisation contiguës ayant leur armature commune reliée au pôle négatif d'une source à potentiel constant, les deux autres armatures étant reliées respectivement aux grilles extérieures de deux lampes bigrilles. Les variations du courant de plaque sont enregistrées par deux micro-ampèremètres. Chaque microampèremètre mesure l'intensité du courant d'ionisation dans la chambre à laquelle il est relié. Dans une des chambres d'ionisation, l'absorption est négligeable, dans l'autre elle est importante grâce à l'interposition d'un écran de cuivre de 0 m/m. 5 d'épaisseur. Le rapport de deux courants d'ionisation constitue le taux de transmission du rayonnement utilisé.

RADIOACTIVITÉ. — *Georges Fournier* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur une relation entre le poids atomique des radioéléments isotopes et la vitesse des rayons α qu'ils émettent.**

L'auteur a cherché à mettre en évidence une relation nouvelle entre les caractéristiques des rayons α et celles des atomes qui les émettent. Dans ce but il a tracé un diagramme dans lequel sont portés en abscisses les poids atomiques des radioéléments et en ordonnées les valeurs de la vitesse des rayons α qu'ils émettent.

Sur ce diagramme presque tous les points se placent sur cinq droites parallèles dont chacune correspond à un groupe d'isotopes, à une case de la classification périodique. Si ces droites sont considérées comme établies sur les points relatifs aux familles du radium et du thorium, on est amené à donner au poids atomique inconnu de l'actinium la valeur 227 : les points relatifs à la famille de l'actinium viennent alors se placer, pour la plupart sur les droites précédemment indiquées.

RADIOCHIMIE. — *René Audubert* (prés. par M. Jean Perrin). — **Détermination des énergies de réaction par la connaissance des lumières actives.**

M. Audubert essaie de vérifier la théorie radiochimique avec les sels de fer : sous l'action de la lumière, les sels ferreux sont oxydés, tandis que les sels ferriques sont réduits; les mêmes radiations interviennent, mais avec des intensités différentes. La méthode chimique n'étant pas assez sensible pour déterminer les fréquences seules ν_0 et ν'_0 l'auteur a utilisé une méthode électrométrique. Les résultats de ses recherches l'amènent à conclure que la théorie radiochimique se vérifie avec les sels de fer quand on considère ν_0 et ν'_0 et qu'elle montre que le processus $Fe^{++} \rightarrow Fe^{+++}$ est endothermique.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Maurice Nicloux* (prés. par M. Desgrez). — **Microdosage du carbone. Applications.**

Le but de ce travail a été de rechercher une méthode micro-analytique, simple et rapide, permettant le dosage du carbone sur la substance carbonée elle-même ainsi que sur sa dissolution aqueuse. La méthode consiste en une attaque sulfochromique faite en présence du chromate d'argent dont Simon a montré l'importance comme agent catalyseur. L'appareil employé repose sur un principe nouveau consistant à provoquer dans une partie déterminée d'un appareil clos, où règne le vide, le dégagement d'un gaz et à laisser celui-ci s'absorber spontanément dans une autre partie de l'appareil où se trouve un réactif approprié.

Deux applications de cette méthode sont particulièrement intéressantes pour la biochimie, 1° l'identification d'une substance azotée et carbonée en solution aqueuse pour la détermination du rapport C; 2° la détermination du rapport total urinaire.

CHIMIE MINÉRALE. — *C. Matignon* et *M. Piettre.* — **Préparation du chlorure de glucinium.**

On fait barboter un courant de chlore dans du chlorure de soufre maintenu à l'ébullition, gaz et vapeur se rendent dans un tube de verre pyrex chauffé entre 700° et 800° : la glucine se transforme alors en chlorure qui se volatilise et vient se condenser dans un récipient rodé sur le tube de pyrex. Une partie du chlorure est entraînée sous forme de fumée de sorte que la fraction recueillie ne représente que 60 p. 100 du chlorure effectivement préparé. Cette préparation est un peu lente et donne un rendement un peu inférieur à celui obtenu par l'emploi, comme agent chlorurant, du tétrachlorure de carbone qu'ont également essayé les auteurs. Ce procédé procure un rendement de 68 à 80 p. 100.

Ils ont aussi chloruré la glucine avec le trichlorure de phosphore, mais la réaction est très lente et exige une tem-

pérature élevée. Le rendement est inférieur à ceux obtenus par les méthodes précédentes.

— *B. Bogitch* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Sur la réduction des minerais oxydés.**

Les essais ont porté sur la réduction des minerais oxydés pauvres, tels que ceux du cuivre, du nickel, du cobalt dont la fusion s'opèrent à des températures ne dépassant pas 1600°. Dans ses essais l'auteur a étudié l'action du carbone et celle des bases. De ses recherches, il a tiré une méthode expérimentale pour la détermination de la composition du lit de fusion d'un minerai, se résumant ainsi : dans une série d'expériences de fusions lentes, il détermine la proportion de réducteur nécessaire pour réaliser le degré de réduction voulu. Dans une seconde série de fusions rapides, il détermine la proportion de fondant donnant le maximum de métal réduit et correspondant au maximum de fluidité de la scorie à la température moyenne du four.

Par cette méthode on obtient des résultats plus certains que par la méthode classique du calcul de l'oxygène des bases et des acides contenus dans le minerai à traiter.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Jean-Baptiste Senderens.* — **Dédoublement catalytique de l'acide formique.**

L'action catalytique de l'acide sulfurique, du bisulfite de potassium et de l'acide orthophosphorique sur l'acide formique est donnée par l'équation : $HCOOH = H^2O + CO$. Elle ressemble à la catalyse du même acide formique par voie sèche au moyen de l'alumine qui donne le même dédoublement, contrairement aux résultats annoncés par Wercott et Engelder d'après lesquels l'alumine décomposerait entre 200° et 500° l'acide formique en donnant H^2O, H^2, CO^2, et HCHO.

La réaction obtenue avec la thorine commence, comme avec l'alumine, vers 200°; mai elle fournit toujours une forte proportion de CO^2, sans H^2, ce qui indique la production d'aldéhyde formique qui atteint son maximum vers 250°.

— *André Kling* et *Daniel Florentin* (prés. par M. Charles Moureu). — **Sur la transformation des phénols en hydrocarbures, en présence de catalyseurs et d'hydrogène sous pression.**

Le phénol ordinaire (C^6H^5OH) chauffé en présence de 5 p. 100 d'alumine et d'hydrogène sous pression (70 à 80 kg—cm²) présente un seuil de température de réaction voisin de 460°; à 480° la réaction devient assez rapide, car en 4 heures plus de 40 p. 100 du phénol sont transformés en hydrocarbures légers ($D_{15} = 0{,}874$) sans formation sensible d'oxyde de phényle.

Le mélange industriel des trois crésols fournit également après 4 heures à 480°, plus de 35 p. 100 d'hydrocarbures légers distillant en majeure partie entre 85° et 115° : $D_{15} = 0{,}863$; $N_{D}^{18} = 1.4894$. De même le cyclohexanol est transformé en 2 heures vers 460°—470° presque quantitavement, en hydrocarbures légers.

L'activité du catalyseur, la température et la pression de l'hydrogène conditionnent, du reste, les résultats. Pour obtenir des carbures saturés, il est nécessaire d'opérer avec un catalyseur d'activité moyenne et sous une pression d'hydrogène suffisante.

— *Raymond Quélet* (prés. par M. Charles Moureu). — **Le chlorure de parabromobenzyle et la réaction de Grignard.**

Quand on opère dans les conditions de la réaction de Grignard, le chlorure de benzyle parabromé, comme le dibromobenzène, donne un dérivé mono-magnésien. L'atome de chlore du groupe CH^2Cl, plus actif que l'atome de brome fixé sur le noyau, entre seul en jeu pour donner la réaction principale

$$(1)\quad C^6H^4\begin{cases}CH^2 & (1)\\ Cl & (4)\end{cases} + Mg = C^6H^4\begin{cases}CH^2MgCl & (1)\\ Br & (4)\end{cases}$$

à côté de la réaction secondaire habituelle

$$(2)\quad 2\,C^6H^4\begin{cases}CH^2 & (1)\\ Cl & (4)\end{cases} + Mg = (4)Br—C^6H^4—CH^2—CH^2—C^6H^4—Br(4') + MgCl^2.$$

Si on opère sans précautions, la transformation se produit presque uniquement suivant l'équation (2).

Le magnésien condensé avec le bromure d'allyle donne le parabromo — Δ_3 — buténylbenzène qui, traité par le brome, donne un dérivé tribromé.

CHIMIE AGRICOLE. — *G. Guittonneau* et *J. Keilling* (prés. par M. Lindet). — **Sur la solubilisation du soufre élémentaire et la formation des hyposulfites dans une terre riche en azote organique.**

Les recherches effectuées par les auteurs leur ont montré que dans la terre même, et non plus dans des milieux spécialement préparés, le travail microbien peut solubiliser le soufre précipité à l'état de combinaisons oxydables avant de le transformer en sulfates. Parmi les produits solubles et oxydables ainsi apparus, on trouve des hyposulfites en proportions variables, mais avec une grande régularité lorsque la terre d'expérience a été enrichie en azote organique facilement ammonisable.

Entre le soufre élémentaire et le soufre totalement oxydé des sulfates, le métabolisme microbien peut faire apparaître dans le sol des formes intermédiaires du soufre qui finissent elles-mêmes par se transformer en sulfates.

Une ammonisation active semble favoriser la formation des produits intermédiaires parmi lesquels on n'a jamais constaté de sulfures, mais, dans certains cas, de petites doses d'hyposulfite.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Paul Corbin* et *Nicolas Oulianoff* (prés. par M. Emile Haug). — **Sur les *bésimaudites* du Prarion (Haute-Savoie).**

Il faut bannir définitivement du massif du Prarion les bésimaudites, comme cela a été déjà fait pour la vallée de l'Arve et remettre les roches désignées jusqu'à présent sous ce nom à leur vraie place, parmi les schistes cristallins inférieurs au Carbonifère.

BOTANIQUE. — *Mlle Rémy* (prés. par M. L. Mangin). — **Mutations expérimentales et mécanisme des mutations spontanées.**

D'après les expériences faites pendant cinq années (1922-1926), dans une plante stable donnée, un petit nombre seulement de caractères variétaux héréditaires, déjà déterminés dans l'embryon, sont appelés à s'extérioriser. Pour que de nouveaux caractères héréditaires, jusque-là latents, puissent s'extériosiser, il faut d'abord que d'anciens entrent en régression. Les caractères se montrent interchangeables; mais non transformables.

Ces caractères, normaux et exclusivement variétaux, se substituent les uns aux autres par une mutation normalement brusque, bien que pouvant être graduelle. Ils sont strictement déterminés, identiques dans toutes les variétés de pois et en nombre limité, formant ainsi un patrimoine héréditaire fixe.

Leur apparition et leur disparition constituent les seules variations héréditaires susceptibles d'être indéfiniment stables.

— *G. Nadson* (prés. par M. Marin Molliard). — **Les algues perforantes de la mer Noire.**

Les algues perforantes sont excessivement répandues dans la mer Noire où elles se rencontrent surtout depuis la surface de la mer jusqu'à la profondeur de 20 à 25 mètres.

Elles jouent un rôle très important dans la destruction des côtes calcaires, des bancs d'huîtres, des amas de coquillages et, en général, de toutes les substances calcaires. Ce sont surtout les Chlorophycées *Gomontia polyrhiza* Born et Flah. et *Ostrebium Quekettii* Born. et Flah. et les Cynophycées *Hyella cæspitosa* Born. et Flah. et *Mastigocoleus testarum* Lagerh.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Emile André* (prés. par M. L. Joubin). — **Relations entre le développement du foie et celui des glandes sexuelles chez quelques poissons cartilagineux.**

Chez les plagiostomes, le développement du foie et l'importance des réserves adipeuses qu'il contient semblent être en relation étroite avec le développement et l'état fonctionnel des glandes sexuelles. Chez les jeunes, la fonction adipogénique semble rester latente jusqu'à la maturité sexuelle; chez les adultes, le foie des mâles est en général plus petit et moins riche en graisse que celui des femelles.

BIOLOGIE. — *A. Gurwitsch* et *G. Franck* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur les rayons mitogénétiques et leur identité avec les rayons ultraviolets.**

Les auteurs établissent que les rayons mitogénétiques ne sont autres que des rayons ultraviolets d'une longueur approximative de 2.000 angströms. Ce sont précisément les longueurs d'onde d'ultraviolet et elles seules qui influencent les mitoses dans les racines.

— *Joseph Magrou* et *Mme Madeleine Magrou* (prés. par M. F. Mesnil). — **Radiations mitogénétiques et genèse des tumeurs.**

Le *Bacterium tumefaciens* peut provoquer à distance, à travers une couche d'air et d'eau, des mitoses dans les cellules aptes à se diviser. L'hypothèse d'un rayonnement mitogénétique émis par la bactérie donne l'explication qui paraît le plus vraisemblable. En effet, l'action mitogénétique observée est en accord avec ce fait que le *Bact. tumefaciens*, dans les tumeurs qu'il provoque, est souvent situé à distance des cellules dont il détermine la prolifération.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Georges Lakhovsky* (prés. par M. d'Arsonval). — **Influence des rayonnements astraux sur l'oscillation des cellules vivantes.**

L'auteur a cherché à vérifier l'exactitude de sa théorie de l'influence des rayons pénétrants (cosmiques) sur les êtres vivants en étudiant l'action du rayonnement des astres (taches solaires, comètes, interférences des radiations astrales, etc.) sur la matière biologique (qualité du vin). On peut induire, des faits observés, que les radiations astrales ont une action incontestable sur l'oscillation des cellules vivantes.

— *Henri Mémery.* — **L'influence des radiations astrales sur les vins.**

Si les radiations astrales exercent une influence celle-ci ne paraît pas agir directement, mais par l'intermédiaire de la température.

L'influence du Soleil apparaît nettement quand on effectue, jour par jour, des comparaisons entre les variations continuelles qui se produisent sur la surface du Soleil, d'une part, et, d'autre part, les variations des divers phénomènes météorologiques ou biologiques.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Swigel* et *Théodore Posternak* (prés. par M. A. Desgrez). — **Préparation des polypeptides contenant les noyaux phosphoré et ferrique de l'ovovitelline.**

Le jaune d'œuf épuisé à l'alcool bouillant n'étant pas attaqué directement par la trypsine, les auteurs sont partis de son produit de digestion pepsique, l'hématogène de Bunge. Sous l'action d'un extrait pancréatique très actif, en milieu carbonaté sodique, l'hématogène est profondément dégradé, déjà après 48 heures. De la liqueur de digestion, il est facile d'isoler trois polypeptides phosphorés que, par analogie avec les lactotyrines, les auteurs désignent sous le nom d'*ovotyrines* α, β et γ. C'est sur l'ovotyrine β qu'est fixé le fer du jaune d'œuf. Cette ovotyrine β est en partie préformée dans le jaune d'œuf, car 20 pour 100 du phosphore total peuvent en être extraits sous cette forme au moyen d'une solution de carbonate de soude à 5 pour 100.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *A. C. Marie* et *S. Mutermilch* (prés. par M. Roux). — **Essais de vaccination antirabique du lapin par la voie méningée.**

La voie intrarachidienne permet de vacciner le lapin contre l'épreuve la plus sévère, au moyen d'une quantité très faible (1 cm³ 50) de substance cérébrale de lapin de passage devenue tout à fait avirulente par suite de son contact avec l'éther.

— *Charles Nicolle, H. Sparrow* et *E. Conseil.* — **Vaccination préventive de l'homme contre le typhus exanthématique par emploi de petites doses virulentes répétées (cerveau de cobaye).**

La méthode de vaccination préventive par emploi de petites doses répétées de virus est réalisable et peut, dès à présent, entrer en pratique. La seule objection qu'on pourrait lui faire est le temps qu'elle demande (près de trois mois), mais de nouvelles recherches aboutiront vraisemblablement à la diminution de ce temps.

P. GUÉRIN.

Séance du 11 avril 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Léon Perney* (prés. par M. Lecornu). — **Sur les équations intégro-différentielles aux dérivées partielles d'ordre infini, dont la solution a le même domaine d'existence que les coefficients.**

ÉLASTICITÉ. — *Ch. Platrier.* — **Sur les modifications infiniment petites d'un corps élastique homogène aux environs d'un état où les tensions peuvent être finies.**

AÉRODYNAMIQUE. — *E. Carafoli* (transm. par M. Rateau). — **Calcul de l'effet sustentateur et de la distribution des pressions sur une palette en rotation uniforme (Rotor à palette).**

MÉCANIQUE. — *R. Guillery* (prés. par M. L. Lecornu). — **Dynamomètres télescopiques.**

GÉNIE CIVIL. — *R. Feret* (transm. par M. H. Le Chatelier). — **Sur le durcissement des chaussées silicatées.**

L'auteur a recherché la cause du durcissement obtenu par l'imprégnation des matériaux calcaires avec des solutions de silicates de soude. Il a employé une solution à 36° Beaumé, contenant en poids, 24,9 p. 100 de SiO^2 et 7,3 de Na^2O (rapport 3,41). Les essais l'ont conduit à admettre que le durcissement des matériaux pierreux (durcissement qui n'est pas exclusif au calcaire), par le silicate de soude semble être dû surtout à la séparation, sous certaines influences, de silice gélatineuse, qui se coagule ensuite en englobant les particules pierreuses en un magma résistant et insoluble. La principale de ces influences est l'adsorption exercée par les matières solides divisées, quelle que soit la nature de ces dernières. Elle peut être favorisée par la dessiccation, par la dialyse et par l'action de l'acide carbonique.

ASTRONOMIE. — *G. Bigourdan.* — **Sur la longitude Paris-Greenwich.**

L'auteur a comparé la détermination de longitude par l'ancienne méthode, avec celle effectuée par la nouvelle méthode, c'est-à-dire en utilisant les signaux horaires réguliers de T.S.F. Cet essai a été appliqué entre les méri-

diens de Paris et de Greenwich. Les résultats, exposés dans un tableau, ont permis de conclure, au moins provisoirement, que la longitude adoptée de Paris doit être augmentée de 0^s02 en valeur absolue, et portée à $0^h,9^m,20^s,95^r$.

— *Emile Belot* (prés. par M. Bigourdan). — **Le domaine intrastellaire des comètes et l'âge de la Terre.**

Si l'on admet qu'il suffit en moyenne de 50 passages au périhélie pour faire disparaître une comète, on ne peut expliquer leur continuelle apparition que par l'immensité de leurs orbites et leur âge (coïncidant avec celui de la Terre) relativement peu ancien. Or, si avec quelques géologues, on attribue à l'âge de la Terre plusieurs milliards d'années, toutes les comètes, même celles qui ont la distance aphélie maxima, auraient passé tant de fois ou périhélie qu'elles devraient avoir disparu et qu'aucune apparition de comètes ne devrait plus se produire.

ÉLECTRICITÉ. — *André Blondel.* — **Remarque au sujet des émissions hertziennes dirigées.**

Cette Note est consacrée aux nouvelles observations faites par l'auteur à l'aide des divers dispositifs qu'il a décrits antérieurement.

PHOTOCHIMIE. — *P. Vaillant* (prés. par M. J. Perrin) — **Sur l'absorption des solutions d'érythrosine et la règle de Kundt.**

L'auteur a déterminé au spectrophotomètre Yvon les courbes d'absorption de six solutions obtenues en diluant au vingtième une même solution alcoolique d'érythrosine successivement avec 1° eau pure; 2° solution de sucre de canne de titre 0,55 environ; 3° eau à 70 p. 100 de glycérine; 4° alcool éthylique; 5° alcool à 70 p. 100 d'essence minérale; 6° alcool à 70 p. 100 de benzine. L'absorption était mesurée par neuf radiations équidistantes de l'intervalle 5100-5500^A, sous une épaisseur constante de 5 cm., dans une même cuve cylindrique fermée par des glaces. A part un très léger relèvement du maximum dans l'alcool et l'essence, les courbes obtenues montrent que le phénomène se réduit à un glissement de la bande vers le rouge, s'accentuant de la solution 1 à la solution 6.

Les valeurs trouvées tendent à corroborer une théorie de Liénard sur la phosphorescence, d'après laquelle les λ correspondant aux maxima d'excitation de phosphorescence varient comme la racine carrée de la constante diélectrique du diluant.

CHIMIE PHYSIQUE. — *F. Bourion* et *E. Rouyer* (transm. par M. G. Urbain). — **Détermination ébullioscopique des équilibres moléculaires de la résorcine dans les solutions aqueuses de chlorure de potassium.**

Pour fixer la règle à employer pour le calcul des élévations des points d'ébullition des sels simples pour la détermination des complexes en solution, les auteurs ont examiné les mélanges de chlorure de potassium et de résorcine en solution dans l'eau et constaté que de tels mélanges donnaient lieu à un écart négatif notable, de l'ordre de 0,1 pour une concentration globale du mélange égale à 1,75.

— *P.-M. Vèzes* (prés. par M. Urbain). — **Sur le calcul des équilibres ioniques.**

L'auteur a cherché s'il est possible de calculer, au moyen de la loi d'actions de masse, les quantités du précipité obtenu dans une réaction de précipitation effectuée par mélange de deux solutions aqueuses données. Il a pris comme exemple une précipitation effectuée en mélangeant, à volumes égaux, deux solutions, l'une de nitrate d'argent, l'autre d'acide chlorhydrique, de même dilution moléculaire $v = 50$ à une température déterminée t et sous la pression atmosphérique. La liqueur contiendra, outre le précipité AgCl, des ions Ag, $NO^{3\prime}$, H, Cl′ en même temps que des molécules non dissociées $AgNO^3$, HCl, HNO^3.

Le calcul a montré que dans la réaction considérée, effectuée à 18°, la précipitation du chlorure d'argent est complète au 1/1000 près, et que l'acide nitrique formé est en majeure partie dissocié : il n'en reste que 23 p. 100 à l'état de molécules.

— *Robert F, Le Guyon* (prés. par M. G. Urbain). — **Microtitrage des ions chromiques et baryum basé respectivement sur la disparition ou l'apparition de la coloration jaune due aux ions chromjques.**

L'étude faite antérieurement par l'auteur sur les méthodes volumétriques relatives au titrage des ions baryum à celui des ions chromiques, l'ont conduit à trouver une méthode de dosage réciproque de ces deux ions. Soit à doser une solution de chromate de potassium : on fait couler avec une microburette la solution de nitrate de baryum dans une quantité mesurée de chromate de potasse. Le précipité CrO^4Ba se déposant rapidement, on perçoit aussitôt dans le liquide clair si la solution est encore colorée en jaune. Le virage se fait à une demi-goutte et le titrage demande de 3 à 5 minutes. On calcule facilement les quantités respectives de baryum ou de chrome qui ont été précipitées par 1 cm^3 des solutions du CrO^4K^2 et $(NO^3)^2$ Ba, $\frac{N}{10}$ $\frac{N}{20}$ ou $\frac{N}{50}$

Cette méthode, rapide, est très précise et sa grande sensibilité est de beaucoup accrue en opérant par centrifugo-volumétrie, procédé décrit précédemment par l'auteur (*C.R.* 183, 1926, p. 361).

— *Paul Bary* et *E. Fleurent* (prés. par M. G. Bertrand). — **Variabilité du degré de polymérisation du caoutchouc.**

La matière constitutive du caoutchouc comprend deux parties, l'une diffusible dans les hydrocarbures et une autre qui ne l'est pas. L'expérience montre que le poids de caoutchouc insoluble augmente avec le temps aux dépens de la partie soluble qui se transforme par polymérisation.

La transformation du caoutchouc qui perd de sa rigidité lorsqu'il est soumis un certain temps à une température supérieure à la normale, équivaut à une dépolymérisation.

On a placé deux échantillons d'un même bloc de Para, dans des tubes scellés, ne contenant que peu d'air, qui ont été chauffés pendant 75 heures, l'un à 52°, l'autre à 63°. Soumis ensuite, pendant 56 jours à des épuisements successifs dans le benzène, on a constaté que pour l'échantillon, chauffé à 52° la quantité totale diffusée s'est élevée à 30,10 p. 100 et, pour l'échantillon chauffé à 63°, elle a atteint 49,3 p. 100.

En résumé, si la partie la plus polymérisée du caoutchouc augmente par un repos prolongé à l'abri de la lumière et à la température ordinaire, elle diminue, au contraire, par un séjour de quelque durée à une température supérieure à la normale et cette variation croît rapidement avec la température.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *R. Legendre* (prés. par M. J. L. Breton). — **Utilisation des réactifs colorimétriques de *p*H pour la reconnaissance des bois verts ou secs.**

Ce procédé a fait récemment l'objet d'une Note de MM. Roger Lyon, G. Fron et M. Fournier (*C. R.*, 184, 1927, p. 754). M. R. Legendre établit que le procédé en question a été trouvé par lui comme le prouve la lettre qu'il a écrite le 22 mai 1925 à M. Roger Lyon : « J'eus l'idée, disait-il, de rechercher les variations d'acidité éprouvées par ces bois du fait du vieillissement artificiel. Je constatai que, mouillés par une goutte de solution de rouge de méthyl, tous les bois verts donnent une teinte jaune, tous les bois

traités une teinte rose intense, indiquant une variation de pH de l'ordre de 4,4 à 6,0. Il convient de noter qu'il y a là, semble-t-il, l'indication d'un procédé de détection rapide de l'ancienneté des bois. »

M. Roger Lyon et ses collaborateurs ont, toutefois, modifiés la technique d'estimation colorimétrique du pH des bois.

L. FRANCHET.

MICROBIOLOGIE. — *H. Vincent*. — Nouvelles recherchee sur les cryptotoxines microbiennes.

Les poisons microbiens, mis en contact avec les solutions isolées ou associées de savons, sont inactivés, après un délai suffisant, à la température ordinaire et, de préférence, à 38°. D'autre part, le pouvoir immunigène des toxines ainsi traitées est conservé. Les toxalbumines ayant subi l'influence neutralisante de ces solutions ont été dénommées antérieurement par l'auteur *cryptotoxines*.

M. Vincent montre aujourd'hui que la phényldiméthylpyrazolone (antipyrine) a *in vitro* des propriétés antitoxiques non douteuses et se range ainsi, quoique à un degré plus faible que les savons et certaines solutions colloïdales, parmi les agents cryptotoxiques.

ICHTHYOLOGIE. — *G. Belloc* (prés. par M. L. Joubin). — Le comportement du Germon (*Thynnus alalonga* Gm.), dans les couches d'eaux tièdes de faible épaisseur.

Le Germon fréquente ordinairement les eaux de température supérieure à 14° (que les pêcheurs commencent à appeler eaux à thons) mais il a, suivant l'épaisseur de cette couche d'eau, une attitude et des réactions différentes sur les appâts habituellement en usage. Lorsque la couche d'eau de température supérieure à 14° est de faible épaisseur, le Poisson saute, mais ne mord pas. On le capture, au contraire, dans l'eau de température supérieure à 14° dont la couche atteint au moins 40 mètres.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Maurice Piettre* (transm. par M. Matignon). — Dans une sérumalbumine hémolytique, l'activité spécifique n'est pas liée à la totalité de la protéine.

Les expériences exposées dans cette Note établissent que, si l'hémolysine accompagne, dans la méthode à l'acétone, la sérumalbumine, elle n'est pas liée à la totalité de cette protéine. Le départ de 32 à 41 pour 100 de cette dernière peut, en effet, être réalisé sans amoindrir, d'une façon sensible, le pouvoir spécifique primitif.

Elles réalisent, en ce qui concerne le sérum hémolytique, une véritable technique de concentration, puisque ont été successivement écartées, les globulines et une partie de l'albumine, soit en moyenne 70 pour 100 des protéines sériques totales.

Enfin, elles tendent à légitimer la conception de l'anticorps, véritable entité chimique, qui semble devoir se dégager de plus en plus nettement à mesure que progresse la connaissance des constituants du sérum.

SÉROLOGIE. — *Mlle A. Siegler* (prés. par M. Roux). — Action particulière du nickel métallique sur les sérums humains.

Ayant soumis les sérums humains normaux à l'action du nickel, *dans le vide*, l'auteur a constaté que, contrairement à ce qui se passe en présence de l'air, ces sérums ne se transforment pas en sérums positifs. Ce fait ainsi que le rôle prépondérant de la surface métallique dans ce phénomène, ont amené Mlle Siegler à l'*hypothèse du rôle catalyseur du nickel*.

MÉDECINE. — *Raoul Bayeux* et *Georges Vaugeois* (prés. par M. d'Arsonval). — Sur l'emploi d'un gaz comme véhicule pour l'introduction des émanations radioactives dans l'organisme.

Les auteurs ont considéré que, à côté des boissons radioactivées, des inhalations et des balnéations, il serait intéressant d'employer, par l'administration des émanations, les injections hypodermiques d'un gaz radiocativé, grâce auquel on pourrait fixer, dans une cavité choisie, une valeur radioactive précise, en volume minimum et en puissance bien déterminée.

Une série d'applications thérapeutiques avec le radon ou le thoron ont donné des résultats très probants. On a pratiqué plusieurs pneumo-thorax thérapeutiques avec des gaz radioactivés (oxygène, air ou azote) et on a noté une amélioration inusitée dans les phénomènes morbides. Dans certains autres cas (cystite, métrites, arthrites), les effets curateurs ont été tout aussi remarquables. Dans les injections sous-cutanées, en particulier, la présence de l'émanation double la vitesse d'absorption de l'oxygène, phénomène de haute importance pour le traitement des asphyxies.

P. GUÉRIN.

Séance du 20 avril 1927.

HYDRODYNAMIQUE. — *André Charrueau* (transm. par M. Appell). — Sur une figure d'équilibre, de révolution, d'une masse liquide en rotation, soumise à l'attraction newtonienne entre ses particules et à la tension superficielle.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *V. Dolejsek* (prés. par M. Maurice de Broglie). — Sur la systématique des rayons X.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Brun* (prés. par M. Urbain). — Sur la tension superficielle des mélanges liquides dans le voisinage de l'état critique.

Les tensions superficielles des deux couches liquides qui tendent vers le point critique, doivent théoriquement être égales; par suite la tension à la limite de séparation des deux couches doit devenir nulle. La tension à la surface de contact est, comme l'a établi Quincke, inférieure à la différence des tensions liquides : $A_{1.2} < A_1 - A_2$. C'est ce qu'a vérifié l'auteur, dans le cas de l'alcool isoamylique, en employant la méthode du compte-gouttes qui consiste à faire monter les gouttes de la solution alcoolique à travers la solution aqueuse. Les résultats obtenus sont indiqués au moyen d'un graphique :

— *Herszfinkiel* (prés. par M. Maurice de Broglie). — Sur les éléments de numéros atomiques 43, 61, 75, 85 et 87.

Cette Note résume les résultats obtenus par les nombreux chimistes qui ont tentés d'isoler les éléments correspondant aux numéros atomiques précités. Il semble que les éléments 85 et 87 n'existeraient pas.

CHIMIE MINÉRALE. — *Robert Stumper* (prés. par M. H. Le Chatelier). — L'analyse thermique de la déshydratation du gypse.

Ces recherches montrent que la température de formation du semi-hydrate croît quand la vitesse de déshydratation augmente, mais que la température de formation de l'anhydride n'est pratiquement pas influencée par le facteur, du moins dans les limites de vitesses étudiées.

L. FRANCHET.

GÉOLOGIE. — *L. Dol'é* (prés. par M. Ch. Barrois). Hydrogéologie de la craie.

Lorsque les sédiments crétacés des bassins Parisien et Anglo-Belge s'enfoncent en profondeur et disparaissent sous les sédiments tertiaires, on remarque généralement, à la limite des deux systèmes des zones humides, des marais ou des étangs. Les réseaux aquifères de la craie donnent

naissance à des chapelets de sources lorsque la surface piézométrique des réseaux aquifères de la craie atteint le niveau du sol.

Les eaux souterraines de la craie cheminant sous une pression normale, dans des régions dépourvues de sédiments tertiaires, sont fréquemment contaminées. Au contraire, les eaux captées par forage artésien ou puisées dans les forages où l'eau est ascendante, sont reconnues stériles.

EMBRYOLOGIE. — *P. Chevey* (prés. par M. L. Joubin). — **Sur les réseaux vasculaires transitoires de l'alevin d'*Acara tetramerus* Heckel.**

Chez une espèce de Cichlidé, l'*Acara tetramerus*, il existe déjà, à l'éclosion, tout un système de réseaux vasculaires extrêmement développés et complexes, situés entre le vitellus et l'extrémité caudale. D'après l'auteur, le rôle de ces singuliers réseaux vasculaires paraît devoir être interprété comme respiratoire. Ce système vasculaire est d'ailleurs transitoire et doit être considéré comme un dispositif larvaire auquel rien ne répond plus chez l'adulte.

Une conséquence de l'existence de ces réseaux est que, physiologiquement parlant, s'ils ont vraiment un rôle respiratoire, le cœur des alevins est artériel, alors que les adultes ont, suivant la règle générale chez les Poissons, un cœur veineux.

ICHTYOLOGIE. — *J. Chaine* et *J. Duvergier* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Distinction des *Gadus capelanus*, *minutus* et *luscus* par leur sagitta.**

Aux caractères de différenciation déjà connus, sur lesquels on se base pour distinguer les trois formes de *Gadus* en question, les auteurs en ajoutent un nouveau. Ils s'agit de l'aspect présenté par le plus gros des trois oolithes que renferme chaque oreille, la *sagitta*, cet aspect variant très sensiblement d'une espèce à l'autre.

La sagitta étant indéformable et d'une conservation indéfinie, elle peut encore servir à différencier des poissons lorsque ceux-ci sont dégradés, pour diverses raisons, au point d'être rendus extérieurement méconnaissables.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Le 11 avril, en ouvrant la séance, le Président a félicité M. Lacroix à l'occasion de son retour de la mission de 7 mois qu'il vient d'accomplir en Extrême-Orient. « Nous savons par expérience, a-t-il dit en terminant, que les voyages de M. Lacroix sont toujours glorieux pour la science française. »

M. Lacroix, dans sa réponse, s'est exprimé ainsi : « J'ai fait de mon mieux pour représenter dignement l'Académie au brillant Congrès pan-pacifique qui s'est tenu à Tokyo en novembre dernier et sur lequel j'entretiendrai prochainement l'Académie. J'ai reçu au Japon un accueil des plus chaleureux, tout aussi bien qu'en Corée, en Mandchourie, en Chine, puis dans notre grande, belle et florissante colonie de l'Indo-Chine. C'est vous d'ailleurs, mes chers confrères, que l'on a voulu honorer en ma personne et j'ai pu constater avec émotion combien est grand le prestige de l'Académie dans ces lointains pays de l'Extrême-Orient. »

— MM. Brillouin, J. Perrin, A. Cotton, Paul Janet, M. de Broglie, Pierre Weiss sont désignés pour représenter l'Académie au *Congrès international des Physiciens* qui se tiendra à Côme en l'honneur de *Alessandro Volta*.

Congrès des Sociétés Savantes. — Le 60e Congrès des Sociétés Savantes s'est ouvert le 19 avril à la Sorbonne sous la présidence de M. René Gagnat, secrétaire perpétuel de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, assisté de de M. A. Lacroix, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences et de M. Ch. Lyon-Caen, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences morales et politiques.

Les bureaux des sections ont été constitués ainsi :

Philologie et Histoire. — Président : M. Henry Omont; secrétaire : M. Cl. Brunel.

Archéologie. — Président : M. René Cagnat; Secrétaire : M. J. Toutain.

Sciences économiques et sociales. — Président : M. Charles Lyon-Caen.

Histoire moderne et Histoire contemporaine. — Président : M. A. Aulard. Secrétaire : M. Camille Bloch.

Sciences. — Président : M. Alfred Lacroix; Secrétaire : M. L. Joubin.

Géographie. — Président : M. Emmanuel de Margerie; Secrétaire : M. Ch. de la Roncière.

La clôture du Congrès a eu lieu le 23 avril sous la présidence de M. Herriot, Ministre de l'Instruction Publique.

Conseil supérieur de surveillance des eaux destinées à l'alimentation de l'Armée. — Le Conseil est ainsi composé pour l'année 1927 :

Président : M. le Dr Roux, Membre de l'Institut, Directeur de l'Institut Pasteur.

Membres civils :

M. Boujean, Ancien Chef de Laboratoire du Conseil supérieur d'Hygiène publique de France.

M. Carrier, Directeur des Eaux et Forêts au Ministère de l'Agriculture.

M. le Dr Chauveau, sénateur.

M. Colmet-Daage, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

M. le Dr Courmont, Professeur d'Hygiène à la Faculté de Médecine de Lyon.

M. Dienert, Chef du Service de surveillance des eaux d'alimentation de Paris.

M. Dolfus, membre de la Société géologique de France.

M. Lœwy, Ingénieur en chef des Ponts et Chausées.

M. Imbeaux, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

M. Martel, collaborateur à la Carte géologique de France.

M. le Dr Pinard, député, Président de la Commission d'Hygiène de la Chambre.

Membres militaires :

M. le Médecin Inspecteur Savornin, Directeur du Service de Santé au Ministère de la Guerre.

M. l'Intendant général Rimbert, Directeur de l'Intendance au Ministère de la Guerre.

M. le Général de brigade Tison, Directeur du Génie au Ministère de la Guerre.

M. le Médecin général Gastinel, Directeur central du Service de Santé au Ministère de la Marine.

M. le Médecin Inspecteur général Toubert, Président du Comité consultatif de Santé.

M. le Médecin Inspecteur général Vincent, Membre de l'Institut.

M. le Médecin Inspecteur général Rouget.

M. le Médecin Inspecteur Sacquépée, Inspecteur des Services d'hygiène et d'épidémiologie de l'Armée.

M. le Pharmacien Inspecteur Gauthier.

M. le Médecin principal de 1re classe Lévy, Professeur à l'Ecole d'Application du Service de santé militaire.

Secrétaire :

M. le Médecin-major de 1re classe Coudra.

Office national des Recherches Scientifiques. — Un nouveau Concours de véhicules à traction par gazogène à bois ou à charbon de bois a été organisé par le Ministère de la Guerre avec la participation de l'Office national des Combustibles liquides, de l'Office national des Recherches Scientifiques et Industrielles et des Inventions, et de l'Automobile Club de France. Les épreuves au banc ont commencé le 14 avril à la Station nationale de Recherches et Expériences techniques de Bellevue. A l'issue de ces essais, se dérouleront à partir du 11 juin, les épreuves sur route qui grouperont plus de quarante véhicules présentés par douze constructeurs.

Union pour la sécurité en aéroplane. — Les récompenses suivantes ont été accordées :

1° Prime d'encouragement de 6.000 francs et une médaille de vermeil, à M. Dumanois, Ingénieur en chef, pour la recherche et les résultats obtenus par l'emploi dans les moteurs à explosion de carburants peu inflammables.

2° Une prime d'encouragement de 5.000 francs et une médaille d'argent à MM. Phillipps et Pain pour leurs appareils de protection contre les retours de flammes.

L'Union annonce qu'un concours permanent est ouvert pour l'année 1927. Elle attire particulièrement l'attention des inventeurs sur :

1° Les dispositifs permettant de faire disparaître les causes d'incendie : dispositifs avertisseurs d'incendie, dispositifs extincteurs d'incendie n'employant que des produits non nocifs, réalisation de canalisations, joints et raccords proscrivant l'emploi du caoutchouc.

2° Dispositifs pour l'atterrissage par temps de brume.

3° Moteurs légers à l'huile lourde.

4° Dispositifs permettant d'utiliser à bord d'un avion un élément de cabine détachable munis d'un parachute, etc.

Le concours n'est ouvert qu'aux appareils réalisés et ayant effectués des essais pratiques.

Les dossiers comprenant les notices descriptives de l'appareil, plans, résultats d'essais, etc., doivent être déposés au secrétariat de l'Union, 35, rue François Ier, Paris.

Congrès archéologique de France. — La 90e session s'ouvrira à Périgueux le 26 juin 1927. Les membres de la Société française d'Archéologie et les personnes ayant leur domicile réel dans le département de la Dordogne et les départements limitrophes, peuvent seuls prendre part au Congrès.

Les adhésions doivent être adressées avant le 1er juin, date extrême, à M. Pillault, 6, rue Grison, Orléans (Loiret), auquel on peut demander le Règlement du Congrès.

Réunions Scientifiques Internationales. — La *Commission Internationale de l'Eclairage* se réunira cette année à Bellagio, du 31 août au 3 septembre.

La *Commission Electrotechnique Internationale* se réunira dans cette même localité du 5 au 10 septembre.

Ces deux réunions seront suivies d'excursions dans plusieurs villes d'Italie, excursions qui se termineront à Rome vers le 19 septembre.

La prochaine session de l'*Union Astronomique internationale* aura lieu en 1928 à La Haye dans le mois de juillet.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Muséum national d'Histoire naturelle. — Cours d'Anatomie comparée. — M. Anthony, Professeur, a commencé son Cours le 25 avril à dix heures, dans l'Amphithéâtre des Nouvelles Galeries, 2, rue de Buffon, et le continuera les vendredis et lundis suivants à la même heure.

Le Cours est divisé en deux parties :

1re partie. — Anatomie comparée du cerveau (*suite*) : structure, voies de conduction et systématisation du Néopallium des Mammifères. Les noyaux gris centraux du télencéphale dans la série des Vertébrés.

2e partie. — Exposé des résultats des recherches récemment faites au Laboratoire sur l'Anatomie des cavités nasales des Mammifères (*suite*).

Le Cours sera complété par des démonstrations au Laboratoire et aux Galeries. Les dates et heures seront annoncés à l'Amphithéâtre.

— Cours de Paléontologie. — M. Marcellin Boule, Professeur, commencera son Cours le 18 mai à 3 heures et le continuera les mercredis et vendredis suivants à la même heure, dans l'Amphithéâtre des Nouvelles Galeries, 2, rue de Buffon.

Après avoir résumé le Cours de l'année précédente, le Professeur continuera l'étude des Hommes fossiles.

Des conférences de démonstration auront lieu, dans la Galerie de Paléontologie, à des dates qui seront indiquées ultérieurement.

— Cours d'anthropologie. — M. R. Verneau, Professeur a commencé son Cours le 7 mai à 3 heures et le continuera, dans l'Amphithéâtre des Nouvelles Galeries, 2, rue de Buffon, les mardis et samedis suivants à la même heure.

Le Professeur étudiera les Races des Colonies et des Pays de protectorat de la France, en Afrique.

Les jeudis à la même heure, il fera au Laboratoire d'Anthropologie, 61, rue de Buffon, une série de Conférences sur les principaux caractères anthropologiques du squelette.

— Leçon de Dessin appliquées a l'Etude des plantes. — M. Henri Hissard a commencé ses leçons le 27 avril à 13 heures et demie et les continuera les samedis et mercredis suivants à la même heure dans la Salle de Dessin.

Ecole Polytechnique. — *Concours d'admission en* 1927. — Les compositions se feront les 10, 11, 13, 14, 15 et 16 juin dans l'ordre suivant :

Vendredi, 10 *juin*. — Matin (1re séance). — Première composition de mathématiques, de 7 h. 30 à 11 h. 30 (4 heures).

Soir (2e séance). — Chimie, de 14 h. 30 à 17 h. 30 (3 heures).

Samedi, 11 *juin*. — Matin (3e séance). — Géométrie descriptive, de 7 h. 30 à 11 h. 30 (4 heures).

Soir (4e séance). — Physique, de 14 h. 30 à 17 h. 30 (3 heures).

Lundi, 13 *juin*. — Matin (5e séance). — Deuxième composition de mathématiques, de 7 h. 30 à 11 h. 30 (4 heures).

Soir (6e séance). — Première composition française, de 14 h. 30 à 17 heures (2 heures et demie).

Mardi, 14 *juin*. — Matin (7e séance). — Dessin graphique, de 8 à 11 heures (3 heures).

Soir (8e séance). — Calcul numérique, de 14 heures à 15 h. 30 (1 heure 1/2).

Soir (9e séance). — Langue vivante obligatoire, de 15 h. 45 à 17 h. 45 (2 heures).

Mercredi, 15 *juin*. — Matin (10e séance). — Deuxième composition française, de 8 à 11 heures (3 heures).

Soir (11e séance). — Langues vivantes facultatives, de 15 h. 30 à 17 heures (1 h. 1/2).

Jeudi, 16 *juin*. — Matin (12e séance). — Dessin d'imitation, de 8 à 11 heures (3 heures).

En ce qui concerne les compositions de dessin et l'usage

des Tables logarithmiques voir le *Journal officiel* du 1er mai 1927.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — La chaire d'Economie et Assurances sociales est transformée en chaire de Théorie générale des Assurances et Assurances sociales.

La nouvelle chaire est déclarée vacante.

Les candidats devront, avant le 27 mai, adresser au Ministre de l'Instruction publique, leur demande accompagnée du relevé de leurs titres.

Université de Lille. — *Faculté des Sciences.* — M. Fleury, Agrégé des Sciences physiques est nommé Maître de Conférences de Physique en remplacement de M. Bruhat.

Université de Lyon. — *Faculté des Sciences.* — La chaire de Mathématiques générales est transformée en Chaire de Zoologie.

M. Vaney, Maître de Conférences de Zoologie est nommé Professeur de Zoologie.

M. Cardot, Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris est nommé Professeur de Physiologie générale et comparée, à la Faculté des Sciences de Lyon, en remplacement de M. Couvreur.

Université de Bordeaux. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — MM. Dupérié, Leuret et Micheleau, agrégés sont nommés Professeurs sans chaire.

Université de Dijon. — M. Hesse, Professeur, membre du Conseil de l'Université est nommé, pour trois ans, assesseur du Doyen.

— *Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie.* — Un concours s'ouvrira le lundi 24 octobre 1927 devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Lyon pour l'emploi de Professeur suppléant de pathologie et de clinique médicale à l'Ecole préparatoire de Dijon. Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

— Le Directeur de l'Ecole préparatoire est autorisé à accepter au nom de cet établissement la donation de 102 francs de rente faite par Mme veuve Deroye pour la fondation d'un prix annuel.

Université de Grenoble. — *Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie.* — M. Porte, Professeur de clinique médicale, est nommé pour trois ans, à dater du 1er avril 1927, Directeur, en remplacement de M. Perriol, décédé.

— M. Béthoux, docteur en médecine est nommé pour 9 ans Professeur suppléant des chaires de Pathologie et de Clnique médicale, en remplacement de M. Traversier.

Université de Montpellier. — *Faculté de Médecine.* — L'emploi d'Agrégé de Médecine est déclaré vacant. Les candidats devront faire valoir leurs titres avant le 19 mai.

Ecole nationale d'Arts et Métiers de Lille — Le Directeur est autorisé à accepter la donation faite à cet établissement par M. G.-C.-W. Langenbergh, de nationalité hollandaise, et consistant en 350 obligations de la Fédération des coopératives pour dommages de guerre du royaume de Belgique, représentant une valeur nominale de 112.500 fr. belges, en vue de la fondation de trois prix et d'une bourse de stage à accorder à leur sortie de l'École aux élèves qui auront obtenu la moyenne la plus élevée dans diverses branches déterminées.

Cette fondation est faite par M. Langenberg en reconnaissance de l'accueil qui a été réservé par l'État français à ses deux fils à ladite École nationale d'Arts et Métiers de Lille, et portera le nom de « fondation Langenbergh ».

Enseignement agricole. — Par arrêté du 26 avril 1927, la date du concours pour douze emplois de professeur d'Agriculture, annoncé par le 30 mai 1927 au *Journal officiel* du 26 mars 1927, a été reportée au lundi 18 juillet 1927.

— Par arrêté du 26 avril 1927, la date du concours d'admission à l'emploi de professeur d'horticulture, annoncé pour le 30 mai 1927 au *Journal officiel* du 26 mars 1927, a été reportée au lundi 18 juillet 1927.

D'autre part, le nombre des emplois de professeur d'horticulture mis au concours a été porté de un à trois.

Pour ces deux concours voir la *Revue Scientifique* du 9 avril pages 221 et 222.

Ecole nationale d'Agriculture de Rennes. — M. Frémont est nommé Professeur d'Economie et de Législation rurales, en remplacement de M. Rambaud appelé à d'autres fonctions.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Mémorial des Sciences mathématiques. Fascicule XIV. Théorie des Champs gravifiques, par M. Th. de Donder. In-8° de 60 pages, Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 16 fr. 80.

Le fascicule constitue la 2e partie de l'exposé que M. de Donder publie dans le Mémorial, et qui doit en comprendre trois; en principe, les brochures sont d'ailleurs indépendantes les unes des autres. Le fascicule actuel établit d'abord par la méthode de la dérivée variationnelle les équations fondamentales du Champ gravifique; puis il développe la théorie des champs gravifiques massique, électro-magnétique, et massique-électro-magnétique, en généralisant chaque fois les équations classiques de la dynamique ou celles de Maxwell.

— Fascicule XV. La Logique des Mathématiques, par M. Stanislas Zaremba. In-8° de 62 pages. Paris, Gauthier-Villars, 1926. — Prix : 16 fr. 80.

Dans l'élaboration de leurs théories, les mathématiciens se laissaient conduire, jusqu'ici, par leur intuition personnelle; mais l'intuition peut être un guide trompeur : les faits l'ont montré, aussi bien dans les théories les plus abstraites (paradoxes sur les ensembles) que dans les applications à la physique (théorie de la relativité). Il paraît donc nécessaire de préciser les règles de la logique déductive, afin d'éviter toute erreur. Cette branche de la science est en pleine voie de formation; elle présente déjà des résultats aussi importants que curieux (distinction entre *ensemble* et *catégorie;* démonstration du théorème : 1 + 1 = 2;...) Philosophes et mathématiciens liront donc avec le plus vif intérêt l'exposé de M. Zaremba.

— Fascicule XVI. Formules Stokiennes, par M. A. Buhl, In-8° de 60 pages. Paris, Gauthiers-Villars, 1926. — Prix : 16 fr. 80.

Sous ce titre en apparence très spécial, M. A. Buhl a groupé de la manière la plus heureuse un grand nombre de résultats qui concernent le calcul des variations, la théorie des groupes, les invariants intégraux, le problème de Pfaff, le calcul différentiel absolu, la théorie des surfaces, les doctrines einsteiniennes, les équations canoniques, la dynamique des milieux continus, et même la méthode de H. Poincaré pour la suppression des termes séculaires.

— Fascicule XVII. Théorie générale des séries de Dirichlet, pra M. G. Valiron. In-8° de 56 pages, Paris, Gauthier-Villars, 1926. — Prix : 16 fr. 80.

La théories des séries de Dirichlet est d'origine toute récente; elle remonte aux travaux bien connus de M. Cahen et de M. Hadamard; puis M. Landau lui a donné une grande extension, à sa suite, MM. M. Riesz, Hardy, Littlewood et Bohr ont obtenu de brillants résultats. L'exposé d'ensemble de M. Valiron permettra de se documenter complètement sur la théorie précédente, et, notamment, sur le domaine de convergence des séries, la distribution de leurs zéros, les caractères des fonctions développables en séries, la sommation et le prolongement de ces séries.

René Garnier.

La série de Taylor et son prolongement analytique, par MM. Hadamard et Mandelbrojt. 2e édition, revue et mise au courant des progrès récents. (Collection Scientia, n° 12). In-8° de 104 pages. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1926. — Prix : 5 fr. 60.

Classique dès son apparition, la première édition de l'ouvrage a orienté de nombreux chercheurs vers cette branche de l'Analyse qui a pour origine la Thèse de M. Hadamard : c'est-à-dire, en même temps, qu'une nouvelle édition ne pouvait être une pure et simple réédition de la première. Effectivement, la mise à jour des considérations générales et des méthodes directes, qui forment les cinq premiers chapitres de la première édition, a nécessité à elle seule tout un volume de la collection Scientia. On y trouvera l'exposé de divers résultats nouveaux, dont quelques-uns très récents : citons notamment des notions sur la théorie des fonctions quasi-analytiques, les théorèmes de MM. Faber, Fatou, Hurwitz, l'application de la théorie des ensembles aux séries qui admettent le cercle de convergence comme coupure, et les importantes recherches de M. Mandelbrojt sur les séries lacunaires.

R. Garnier.

Emission. Chaleur solaire. Eclairage. Théorie de l'émission, par H. Bouasse. In-8° de 438 pages avec 200 figures. (*Bibliothèque scientifique de l'ingénieur et du physicien*). Delagrave, éditeur, Paris.

Dans cet ouvrage, M. Bouasse étudie : 1° les phénomènes qui se rapportent à la propagation de la chaleur; 2° l'émission et l'absorption de l'énergie rayonnante. Ce sont là des questions très délicates que M. Bouasse expose, comme toujours, fort complètement et fort clairement. Sa méthode reste la même : il étudie les Mémoires originaux en s'efforçant d'en extraire tout ce qu'ils contiennent d'intéressant. Ceux qui sont tentés de croire que la physique date d'il y a 20 ans, depuis qu'on parle d'atomes, d'électrons et de relativité, n'ont qu'à approfondir son livre. Ils verront l'ingéniosité dépensée par nos prédécesseurs pour débrouiller les problèmes si importants que soulèvent l'émission et l'absorption de la chaleur. Leurs expériences étaient bien conçues et on pourrait faire encore de jolies thèses de doctorat en en reprenant un certain nombre avec les moyens dont nous disposons actuellement. Je ne saurais trop conseiller la lecture du livre de M. Bouasse à mes collègues et à nos étudiants. Les uns et les autres se convaincront, s'ils n'en sont déjà convaincus, qu'un fait bien établi vaut souvent mieux qu'une théorie ingénieuse qui traverse la science comme un météore et qui, après avoir ébloui quelque temps un certain nombre d'admirateurs enthousiastes, disparaît pour toujours.

Je connais peu d'ouvrages où soit exposé plus clairement tout ce qui touche aux quantas et aux théories imaginées pour interpéter l'émission du rayonnement. M. Bouasse a un don d'assimilation véritablement prodigieux. Mais, s'il étudie parfaitement ces questions d'actualité, il ne laisse pas de les soumettre à un examen critique très pénétrant et il s'exprime à leur égard, comme toujours, avec une rude franchise : « Depuis 25 ans, les électrons ont changé complètement de propriétés, toujours profondément admirés, qu'ils émettent ou qu'ils n'émettent pas! Personnellement, ça m'est égal; mais il faut que le lecteur s'habitue aux étonnantes fluctuations de nos théories. « Le plus curieux de cette histoire est qu'on nous démontre que les choses doivent *nécessairement* se passer suivant la mode de la veille. « On traite de badernes ceux qui expriment quelques doutes sur la valeur de ces démonstrations. »

A. Boutaric.

Sur une équation aux dérivées fonctionnelles partielles et sur une généralisation du théorème de Jacobi, par G. Juvet. In-4° de 54 pages Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 22 francs.

En écrivant qu'une intégrale simple, en calcul des variations, est stationnaire, on est conduit à un système qui peut se mettre sous forme canonique et à un théorème classique de Jacobi, relatif à l'équation aux dérivées partielles dont ce système est caractéristique. L'extension aux intégrales multiples substitue à l'équation précédente une équation aux dérivées fonctionnelles partielles. Le présent travail de M. Juvet contient l'exposé de résultats déjà connus, relativement à cette équation, et de résultats nouveaux, acquis par l'Auteur et concernant une classe étendue d'équations analogues. Ces recherches, entreprises à propos des intégrales d'action de la relativité, et liées à l'étude d'Einstein, font pressentir l'importance du rôle que le Calcul Fonctionnel est appelé, dans un avenir prochain, à jouer dans toute la Physique Mathématique.

G. B.

Balistique intérieure, par J. Ottenheimer. In-16 de 200 pages avec figures. (*Collection Armand Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 8 francs.

La balistique intérieure traite des phénomènes qui se passent dans la bouche à feu entre la mise de feu et la sortie du projectile, notamment du mouvement du projectile dans l'âme. L'Auteur expose d'abord la base expérimentale des théories admises et notamment les lois de la combustion en vase clos. Il aborde ensuite la Balistique intérieure théorique, et après avoir établi les équations différentielles qui régissent le mouvement, développe les hypothèses proposées par plusieurs savants pour obtenir des cas où l'on peut confronter les données du calcul et de l'expérience. Une troisième partie étudie la Balistique intérieure appliquée, et accorde une place importante à l'influence des variations de composition de la poudre employée. Il nous semble qu'en dehors des spécialistes, cet ouvrage, très élégamment rédigé, peut intéresser un public assez nombreux, en raison de la variété des domaines scientifiques avec lesquels il est en étroite connexion.

G. Bouligand.

Compléments de Géométrie moderne, à l'usage des élèves de Mathématiques spéciales et des candidats à la licence et à l'agrégation, par Charles Michel. In-8° de 317 pages. Vuibert, éditeur, Paris. — Prix : 35 fr.

Sous ce titre, l'ouvrage renferme l'exposé de nombreuses et importantes théories que l'on pourrait grouper de la manière suivante : Théories des coniques (coniques envisagées comme courbes rationnelles, triangles conjugués, inscrits ou circonscrits, faisceaux linéaires; coniques harmoniquement inscrites ou circonscrites; théorèmes de Carnot, Newton, Mac-Laurin, Faure, Apollonius, Pascal, Brianchon); cônes quadratiques. Théorie des cubiques, et notamment des cubiques rationnelles. Théorie des quadriques (faisceaux, réseaux, quadrique harmoniquement inscrites ou circonscrites). Cubiques gauches. Surfaces clas-

siques (de Steiner; réglées générales du 3e ordre et de Cayley; cylindroïde).

Comme le fait pressentir ce trop rapide résumé, l'ouvrage se distingue nettement des synthèses analogues de géométrie projective; quelques-uns mêmes des sujets abordés n'avaient fait jusqu'ici l'objet d'aucune publication didactique étendue. Ajoutons enfin que les questions sont traitées avec l'élégance et la rigueur que l'on rencontre dans les travaux antérieurs de l'Auteur. L'ouvrage ne saurait donc être trop recommandé à tous ceux qui s'intéressent à la géométrie, et particulièrement à l'élite des classes de Spéciales et aux candidats à l'Agrégation. Souhaitons-lui le succès le plus étendu; espérons qu'il contribuera à développer le goût de la géométrie pure, et à relever le niveau des études géométriques. R. Garnier.

Annuaire Astronomique et Météorologique Camille Flammarion pour 1927. In-16 de 326 pages avec 91 figures, cartes, diagrammes et un frontispice. Ernest Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

L'Annuaire Astronomique Flammarion en est à sa 63e année d'existence. Une si longue vie pour un annuaire qui n'est soutenu par aucune subvention d'Etat ou de Société est la meilleure preuve de ses qualités. A la vérité, nous ne connaissons, dans le monde entier, aucune publication astronomique qui puisse lui être comparée. On trouve dans cet annuaire tout ce qui concerne l'ensemble des aspects célestes observables dans le cours de l'année, tout ce que l'astronomie peut prévoir. On y trouve aussi les tableaux d'astronomie les plus importants : le système solaire, les étoiles, les nébuleuses, la Terre et les données terrestres. Aucune sécheresse dans cet exposé. Pour chaque sujet une monographie de quelques pages ou de quelques lignes, profondément suggestives et pour illustrer tous ces documents, des figures et des cartes en abondance.

L'Instruction de Camille Flammarion sur l'usage des instruments qui formait jusqu'ici le dernier chapitre des annuaires est complétée cette année par une notice sur la Photographie astronomique à la portée de tous, écrite par F. Quénisset, le collaborateur de Flammarion à Juvisy, l'astronome de France le plus qualifié par ses travaux et par son expérience pour traiter ce sujet. Nul doute que cette édition de l'Annuaire n'obtienne le même succès que les précédentes. J. B.

Acoustique générale. (*Ondes aériennes*), par H. Bouasse. In-8° de 544 pages avec 234 figures. (*Bibliothèque scientifique de l'ingénieur et du physicien*). Delagrave, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

M. Bouasse a le rare privilège d'être à la fois physicien, mathématicien et musicien. Et cela est indispensable pour bien comprendre et, à plus forte raison, pour bien exposer l'Acoustique.

« L'Acoustique *science* appartient au physicien, mais comme il met en œuvre les mêmes faits que les musiciens (musicographes, exécutants, compositeurs, facteurs), il faut préciser quelles doivent être *devant ces faits* et *leurs explications scientifiques*, les attitudes raisonnables de ces messieurs ». E. M. Bouasse précise ainsi les limites de son exposé : « Devant le facteur comme devant l'exécutant la position du physicien est prudente et raisonnable : *il accepte les faits musicaux fournis par une pratique plusieurs fois séculaire, il se borne à les classer, à les préciser, à leur donner une explication scientifique, c'est-à-dire à les faire rentrer dans les propositions générales...* Même en limitant sa tâche, le physicien a devant lui un labeur écrasant, parce que la masse des faits est énorme. »

Aussi M. Bouasse prévoit-il 4 gros volumes pour l'Acoustique. Le premier comprend : 1° une introduction mathématique consacrée au théorème de Fourier et aux phénomènes de résonance mécanique; 2° une étude générale des sons, définissant leur nature physique, fixant les modes généraux de production et déterminant les lois de leur association dans les battements, les sons de variation et les sons résultants; 3° la propagation et la réception du son par les ondes aériennes où l'on trouvera la détermination de la vitesse du son, la réflexion, la réfraction, les interférences et la diffraction des sons, les phénomènes qui accompagnent les mouvements de la source et enfin les propriétés diverses de l'oreille.

On ne saurait analyser en détail un pareil livre, où abondent les faits et les théories. L'auteur a soin de nous décrire les faits correctement et clairement et ne s'en laisse pas conter sur la valeur des théories quand elles ne servent qu'à couvrir notre ignorance des faits. Il évite avec soin les hypothèses inutiles et rappelle souvent qu'il laisse de côté les questions d'esthétique. Dans son étude de l'oreille, il ne cherche pas davantage à approfondir le mécanisme de la sensation.

« Le physicien s'occupe de la forme du phénomène, laissant au physiologiste le soin de mettre sur ses variables les étiquettes qu'il voudra, de transformer le problème à son gré, pourvu que les équations différentielles subsistent. Le physicien dit simplement : *tout se passe comme si.....*

« L'oreille analyse les sons complexes en leurs harmoniques, au moins quand elle est éduquée pour cela. Conséquence : *il existe dans l'oreille des résonateurs différentiés.* Où sont-ils, cela m'est égal. Faites intervenir les nerfs, le cerveau, tout ce qu'il vous plaira, ce n'est pas mon affaire. Quoi que vous objectiez, vous n'empêcherez pas l'existence de quelque chose jouant le rôle de résonateur différentié, *ce qui est toute la théorie des physiciens.* »

Un traité consacré à l'Acoustique manquait jusqu'ici en France où cette branche de la physique était généralement délaissée et fort mal exposée. « Ce serait un résultat essentiel de la publication de cet ouvrage, écrit M. Bouasse dans sa préface, s'il apprenait aux Français de quoi se compose l'Acoustique ». Ce but sera atteint pour tous ceux qui prendront la peine de lire attentivement l'ouvrage, qui en répèteront les expériences les plus importantes et le prendront pour guide dans l'observation des faits dont la valeur éducative ne saurait être suplantée par le meilleur des traités didactiques. A. Bc.

Quatre conférences sur la Relativité faites à l'Université de Princeton, par A. Einstein. Traduites de l'allemand par M. Solovine. In-8 de 98 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

Cet ouvrage reproduit quatre conférences faites par M. Einstein à l'Université de Princeton, en mai 1921, dans lesquelles il a admirablement résumé les idées principales et les méthodes mathématiques de la relativité. Il met très nettement en lumière les principes qui servent de support aux raisonnements de la théorie. Des aperçus philosophiques très pénétrants voisinent avec des déductions mathématiques concises et l'ensemble forme un exposé précis susceptible d'intéresser les lecteurs possédant des éléments de mathématique supérieure. A. Bc.

La théorie de la relativité, par Von Laue. Traduction faite d'après la quatrième édition allemande revue et augmentée par l'auteur, par Gustave Létang. Tome II. *La relativité générale et la théorie de la gravitation d'Einstein.* In-8, de XII-320 pages. Gauthiers-Villars, éditeurs, Paris 1926.

Il existe bien des ouvrages consacrés à la relativité. Ce-

lui de M. Von Laue, dont nous signalons la traduction française du 2e volume, a été écrit par un physicien, pour les physiciens. Ceux-ci pourront y approfondir la théorie de la relativité généralisée et y trouver la solution de quelques-unes des difficultés qui ont pu les arrêter. Ces difficultés proviennent, le plus souvent, de ce qu'ils ne connaissent pas suffisamment les géométries non euclidiennes et le calcul tensoriel. L'auteur a eu soin d'exposer les méthodes de calcul qu'ignoraient généralement les physiciens parce qu'ils n'avaient jamais eu jusqu'ici à les utiliser. Il étudie successivement : 1° nos connaissances expérimentales sur la gravitation et les théories antérieures; 2° la théorie de la relativité générale; 3° les vecteurs et tenseurs d'univers dans les espaces de Riemann; 4° la géométrie non euclidienne; 5° les lois fondamentales de la physique dans la théorie de la relativité générale;6° l'application des lois fondamentales à des cas particuliers; 7° la solution rigoureuse des équations du champ dans la théorie de la gravitation d'Einstein; 8° le développement de la théorie de la relativité. A. Bc.

Traité de Physique. Tome supplémentaire : *La physique de 1914 à 1916*, 1re partie, par O. D. Chwolson. Edition revue et considérablement augmentée par l'auteur. Traduit sur l'édition russe, par A. Corvisy. In-8° de 340 pages aves 54 figures, J. Hermann, éditeur, Paris, 1927.

Cet ouvrage, qui constitue un supplément au traité de physique de M. Chwolson, résume les travaux effectués depuis 1914 sur la structure de l'atome et l'énergie rayonnante.

La charge et la masse de l'électron, la théorie des quanta, la structure de l'atome, les spectres de lignes, les rayons X, les spectres de bandes, les rayons ultra-violets et les rayons infra-rouges, l'ionisation des gaz par les chocs des électrons, telles sont les matières traitées dans cet ouvrage. Elles comptent parmi les plus captivantes qui retiennent actuellement l'attention des physiciens. M. Chwolson en a fait des exposés qui se suffisent à eux-mêmes et se lisent avec intérêt. Une documentation abondante sera appréciée, non seulement des chercheurs, mais de tous ceux qui, étudiant ces questions parfois très délicates, auront le désir de se reporter aux mémoires originaux. En ces matières, où les points de vue se modifient avec une grande rapidité, c'est là une curiosité légitime

M. Corvisy donne, comme toujours, une traduction intelligente et soignée; les physiciens et les chimistes français lui doivent d'avoir pris connaissance d'un grand nombre d'œuvres importantes publiées à l'étranger et ils lui en sont très reconnaissants. A. Bc.

Précis de physique à l'usage des élèves de mathématiques spéciales, par J. Lemoine et J. Guyot. In-8° de pages avec figures. 2e édition. (Tome II. Mesures Chaleur). Vuibert, éditeur, Paris 1926. — Prix :

MM. Lemoine et Guyot publient une seconde édition de leur cours de physique conforme au programme des classes de mathématiques spéciales pour l'année 1925-26. On retrouve, dans cette édition, les qualités de concision et de clarté qui ont fait le succès de la première. De notables améliorations et additions en augmentent l'intérêt.

Les additions ont porté principalement sur l'étude des températures, les chaleurs spécifiques, la compressibilité et la dilatation des gaz, la fusion, la vaporisation, la liquéfaction des gaz, le point critique.

Tel qu'il est, l'ouvrage est un guide excellent que nous ne saurions trop recommander aux élèves et aux professeurs des classes de mathématiques spéciales et à tous ceux qui, possédant la physique élémentaire, désirent approfondir leurs connaissances. A. Bc.

Théorie générale sur les courants alternatifs. Fascicule II : *Les alternateurs*, par E. Piernet. In-8° de 146 pages avec 79 figures. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris 1926.

Après avoir étudié, dans le fascicule I de sa monographie, les propriétés générales des courants alternatifs, M. Piernet expose, dans le fascicule II, les problèmes techniques que soulève la production de ces courants. Après une courte introduction consacrée à des généralités sur le principe des alternateurs, l'auteur envisage successivement les diverses particularités de leur construction et de leur fonctionnement. On trouvera dans cet ouvrage : les données générales relatives à la construction et au bobinage des alternateurs hétéropolaires modernes; l'étude de la force électromotrice d'un alternateur; les méthodes utilisées pour effectuer les essais et tracer les diagrammes de fonctionnement; la mesure du rendement; les éléments principaux permettant d'établir l'avant projet d'un alternateur; les harmoniques dans les alternateurs; l'étude de la marche des alternateurs associés en parallèle. A. Bc.

Cours de Chimie physique, par J. A. Muller. In-8 de 378 pages avec 41 figures. Presses Universitaires de France, Paris 1926. — Prix : 40 francs.

L'ouvrage de M. Muller est divisé en deux parties; la première comprend une série de vingt-deux leçons sur les principales questions de la Chimie-physique et, la seconde, des Notes relatives aux sujets traités dans la première partie et des notions sur la constitution de la matière. Viennent ensuite une vingtaine de problèmes portant sur la chimie physique, qui aideront le lecteur à comprendre comment il faut appliquer les connaissances théoriques exposées dans l'ouvrage et constituent une heureuse innovation.

L'auteur, à qui l'on doit d'intéressantes recherches originales sur divers points de la chimie physique, nous dit, dans la préface, qu'il s'est proposé « de donner au lecteur une idée claire et aussi précise que possible des différentes divisions de la Chimie Physique, qui préoccupent le plus souvent le chimiste au laboratoire ou qui trouvent des applications immédiates, soit en Chimie pure, soit dans l'industrie chimique ». Il nous paraît avoir atteint le but qu'il se proposait. A. Bc.

La formation de l'image photographique, par le professeur Dr Goldberg. Traduit de l'allemand par L. Lobel et L. P. Clerc. In-12 de 195 pages avec 63 figures. (*Bibliothèque de la Revue Française de photographie*). P. Monteil, éditeur, Paris. — *Prix* : 6 fr.

L'auteur étudie dans cet ouvrage, d'après ses travaux originaux, les caractère photométriques du sujet (détail de luminosité et contraste), de l'image formée sur le verre dépoli de l'appareil (influence des réflexions entre les divers éléments de l'objectif, influence du voile atmosphérique), et la sensitométrie de l'image photographique, négative et positive. Il indique, dans chaque cas, les applications pratiques des faits observés. Aussi l'ouvrage sera-t-il utile à la fois aux praticiens désireux d'approfondir les bases fondamentales de la photographie, et aux physiciens désireux d'étudier les questions relatives à la sensitométrie.

A. Bc.

Le développement des films cinématographiques, par J.-I. Crabtree. In-12 (de la Bibliothèque de « La Revue Française de Photographie) de 98 pages avec 27 figures. P. Monteil, éditeur, Paris 1925. — Prix : 3 fr.

Bien que le développement sur tambours ou sur cadre cède progressivement le pas au développement des films cinématographiques sur machines continues, il sera vrai

semblablement utilisé pendant longtemps encore dans les petits ateliers. L'auteur a groupé, dans ce petit livre, les renseignements pouvant être utiles aux débutants. Il envisage successivement : le matériel, les bains, leur préparation, leurs propriétés, leur durée de service et leur entretien, les détails des diverses manipulations, les insuccès,

A. Bc.

Les horloges d'édifice, par Alfred UNGERER; Fabricant d'horloges à Strasbourg. In-8° de 334 pages; avec 192 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1926. — Prix : 30 francs.

La connaissance du temps est si essentielle pour le cours de la vie quotidienne que, de bonne heure, le problème des mesures horaires a tenté les esprits ingénieux. Beaucoup d'efforts et de sagacité ont été dépensés en ce sens depuis le sablier des anciens.

Dans le présent ouvrage, M. Ungerer, fabricant d'horloges à Strasbourg, ville où la mécanique de précision a toujours été tenue en honneur, nous donne une étude d'ensemble sur les horloges d'édifice. Après un rapide historique de la question, il décrit en détail les techniques actuelles de l'industrie horlogère et les réalisations qu'elles comportent. Il examine en détail les rouages de mouvement et de sonnerie, ainsi que leur actionnement direct par moteur électrique, et le remontage automatique. Un chapitre est consacré aux diverses exécutions de cadrans, et un autre au problème important de la transmission de l'heure à grande distance. Le livre se termine par une nomenclature des horloges monumentales et astronomiques les plus remarquables.

Les spécalistes trouveront dans cet exposé nombre d'indications précieuses, et les amateurs, en particulier ceux qui ont beaucoup voyagé, se documenteront avec le plus vif intérêt sur les mécanismes qu'ils ont eu l'occasion de rencontrer et d'admirer.

S. V.

Introduction Mathémathique aux Sciences Techniques de l'Ingénieur, par M. GABEAUD, ingénieur, ancien élève de l'Ecole Polytechnique et de l'Ecole supérieure d'Electricité. In-16 de 438 pages avec 191 figures. Eyrolles, éditeur, Paris.

Voici un excellent ouvrage qui, se proposant d'initier aux Mathématiques Supérieures, ceux qui en ont besoin dans leur profession, présente la philosophie du calcul différentiel et intégral d'une manière si intéressante, que même ceux dont les études ont été plus complètes pourraient le lire avec plaisir et profit.

Nous pensons que la 3e édition de ce livre aura le succès des précédentes.

ED. M.

La coltura dei microrganismi, par Ernst KUSTER, Professeur à l'Université de Giessen. Traduction d'après la 3e Edition Allemande par A. SCARPELLINI Professeur à l'Université de Padoue. In-16 relié de 466 pages avec 31 figures. Ulrico Hœpli, éditeur, Milano. — Prix : 18 lire 50.

Cette excellente traduction rendra service à de nombreux chercheurs français en mettant à leur portée un ouvrage très apprécié dans les laboratoires allemands, à juste titre d'ailleurs, car on y trouve, passées en revue, toutes les applications de la technique des cultures pures non seulement à la médecine et à l'art vétérinaire, mais aussi aux industries agricoles ou alimentaires et même à la botanique et à la zoologie.

Je ne connais pas de complément utile aux meilleurs manuels classiques de bactériologie. Certains expérimentateurs sont parfois embarrassés pour établir la formule d'un milieu de culture bien adapté à une bactérie pathogène déterminée, pour se renseigner sur le meilleur moyen de cultiver purement tel ou tel agent de fermentation, tel ou tel végétal inférieur, voire même supérieur, etc.; je ne saurais leur donner de meilleur conseil que de consulter avant tout ce petit livre. Quand ils n'y trouveront pas exactement ce qu'ils désirent, ils y puiseront tout au moins des données utiles ou des indications bibliographiques qui leur permettront le plus souvent de se tirer aisément d'affaire. La seconde partie de l'ouvrage renferme en particulier des renseignements que bien des biologistes et biochimistes seront heureux de trouver rassemblés et classés suivant l'ordre des familles botaniques ou zoologiques.

A. B.

Pathogenesis, par Carl F. JICKELI. In-8° de 335 pages Friedländer, Berlin.

L'ouvrage de Jickeli porte en sous-titre : *L'imperfection des échanges et la tendance vers la stabilité, en tant que principes essentiels de l'évolution des êtres dans la lutte pour la vie.* Il s'appuie en particulier sur ce passage de Rudolf Virchov : « Toute variation est indiscutablement un trouble persistant de l'agencement d'un organisme, et par conséquent est pathologique ». Pour Jickeli, l'évolution des êtres est l'équivalent de la *pathogénie*. Entre l'évolution phylogénique et la tare pathologique il y a un rapport causal étroit. L'imperfection des échanges de matières détermine la variabilité des organismes, et elle détermine aussi celle du monde inorganique. Dans un système biologique, jamais l'assimilation ne peut remplacer exactement ce qu'a détruit la désassimilation; de même, la molécule d'une substance chimique, après que son équilibre a été détruit, ne peut jamais redevenir exactement ce qu'elle était auparavant.

Mais, si la variation s'accompagne toujours d'un phénomène pathologique, si, comme l'a soutenu R. Arndt, chaque pas vers ce qui, dans le monde des organismes, est considéré comme plus élevé, plus noble, plus parfait, s'accompagne de dégradation, l'accumulation toujours grandissante de tares ne compromettrait-elle pas, à un certain moment, toute possibilité d'évolution ultérieure? Non, répond Jickel, car le principe de l'imperfection des échanges est complété, corrigé en quelque sorte, par le principe de la tendance à la stabilité. C'est grâce au jeu de ces deux principes qu'on assiste à une différenciation toujours croissante, en même temps qu'à une stabilisation et persistance toujours plus grandes des systèmes, aussi bien organiques qu'inorganiques.

A. DRZ.

Le Chef Mécanicien-Electricien, par A. E. M. BLANC. Tome III, *Mécanique générale*. In-18 de 660 pages avec 420 figures. Desforges, éditeur, Paris.

M. E. M. Blanc, ingénieur « électromécanicien » voudrait que les mécaniciens et les électriciens fussent formés par les mêmes études : dans ce but il a écrit une encyclopédie dont le tome III, consacré à la Mécanique générale, vient de paraître.

C'est un gros travail, convenablement ordonné et très clair, qui peut rendre de bons services aux techniciens et praticiens de l'Industrie, de la Marine et des chemins de fer.

ED. M.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Impr. P. & A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR EN CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 10 — 65e ANNÉE — 28 MAI 1927

LA QUESTION DES RAPPORTS ENTRE LE SYSTÈME NERVEUX ET LES GLANDES SEXUELLES (1)

La plupart des glandes endocrines fonctionnent indépendamment du système nerveux. Cette importante notion que je cherche à établir depuis quelques années me paraît ressortir de trois grands ordres de faits :

1°. La preuve décisive de la dépendance d'une glande, comme de tout autre organe du reste, par rapport au système nerveux consiste dans la suppression de la fonction de cette glande dès que l'on a supprimé les connexions de celle-ci avec le système nerveux. C'est ce qui a été si bien démontré par exemple pour les glandes salivaires. Rien de semblable avec les glandes endocrines. Des expériences déjà anciennes (1895) de Maurice Kaufmann ont établi que le foie énervé continue à former et à sécréter du sucre. Dans une anse énervée d'intestin la sécrétine peut se former comme dans un intestin normal. Dès 1884, M. Schiff et en 1888 son disciple, Al. Herzen, nous ont appris que l'énervation de la thyroïde n'empêche nullement cet organe de remplir son rôle ; d'autre part, chez les animaux qui ont subi cette opération la structure de la glande n'est point altérée (expériences de Hamilton Crawford et J. N. J. Hartlley, 1925 et, dans mon laboratoire, en 1925, de J. Hoffman).

Il est vrai que la section des nerfs splanchniques supprime la sécrétion d'adrénaline, mais on ne doit pas oublier que ces nerfs ne régissent que la fonction de la médullaire surrénale et que, après qu'ils ont été coupés, la corticale continue de fonctionner, puisque les animaux ainsi traités ne présentent aucun des accidents consécutifs à la surrénalectomie.

2°. Les expériences de transplantation ne sont pas moins démonstratives. Un organe et *a fortiori* un reliquat ou un fragment d'organe enlevé de son siège et transplanté en un autre point de l'organisme a ainsi perdu ses relations ordinaires avec le système nerveux. Or, il peut néanmoins subvenir à toute la fonction de l'organe qu'il remplace. C'est ce que l'on a constaté pour le pancréas, pour la thyroïde et, nous allons le voir, pour les glandes sexuelles.

Objectera-t-on que des connexions nerveuses nouvelles ont pu se faire entre le transplant et le tissu où il a été inséré ? « Quand la greffe prend, dit le pathologiste italien Pende, elle se met sans aucun doute en rapports nerveux, comme en rapports vasculaires, avec le reste de l'organisme ; de sorte que la greffe ne fonctionne pas en dehors du contrôle des nerfs ». Mais c'est là une hypothèse contre laquelle d'ailleurs déposent déjà quelques faits, tels que la persistance de l'activité fonctionnelle d'un greffon pancréatique après section

(1) Conférence faite à Berlin, le 11 octobre 1926, au 1er Congrès international « für Sexualforschung » (recherches sur la sexualité) et qui doit paraître prochainement dans les Comptes rendus de ce Congrès. L'éditeur et le rédacteur de ces Comptes rendus en ont obligeamment autorisé la publication dans un périodique français.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

de tous ses filets nerveux (Hédon). Il faudrait donc d'abord démontrer l'existence de ces voies nerveuses nouvelles qui ne pourraient se constituer qu'à la suite de l'union des rameaux nerveux sectionnés du transplant avec des filets venus des tissus environnants. Supposons même la formation de ces voies nouvelles, comment assureraient-elles la relation entre le transplant et le système nerveux central ? Il est clair qu'elles ne proviennent pas des mêmes centres que ceux d'où partaient les nerfs qui mettaient l'organe, avant qu'il eût été enlevé, en rapport avec le système nerveux. Attribuer à ces nerfs de nouvelle formation un rôle fonctionnel, ce serait admettre que des filets nerveux de provenance quelconque peuvent établir une relation fonctionnelle spécifique entre un greffon et une région quelconque des centres nerveux. C'est la polyvalence des nerfs et des centres. La chose est possible, mais la démonstration manque.

3°. Les expériences de circulation artificielle, enfin, sont tout aussi probantes. Dans l'expérience célèbre de Claude Bernard le foie isolé et « lavé » a gardé sa capacité de former du sucre. De même le foie isolé et perfusé produit de l'urée, si le liquide de perfusion contient un sel ammoniacal. De même encore le pancréas perfusé laisse passer de l'insuline dans les vaisseaux efférents.

Sans doute on n'a pas jusqu'à présent fourni pour toutes les glandes cette triple preuve de leur autonomie. Mais telle est la valeur démonstrative de l'une quelconque de ces trois preuves qu'il suffit qu'elle ait été administrée pour que l'autonomie puisse être considérée comme établie.

La question est de savoir si les glandes sexuelles sont au nombre de ces glandes endocrines qui échappent au contrôle du système nerveux.

En apparence, il n'est guère de fonctionnement organique plus soumis à des influences nerveuses que celui des glandes génitales, influences d'ordre cérébral et influences médullaires. Mais cette apparence tient à deux confusions, l'une d'ordre physiologique, et l'autre d'ordre zoologique.

La première vient de ce que souvent l'on n'a pas assez distingué entre la sécrétion des glandes reproductrices et les conditions de la reproduction. Celles-ci, qui consistent dans l'excrétion des produits glandulaires et les moyens par lesquels est assurée cette excrétion, sont étroitement dépendantes du système nerveux ; les phénomènes vaso-moteurs, par exemple, qui se passent dans le tissu érectile des organes génitaux chez les Mammifères sont déterminés par diverses sensations et directement commandés par la moelle. Mais il ne s'ensuit pas que la sécrétion proprement dite des glandes génitales soit sous une même dépendance du système nerveux. Dès maintenant il est établi, je le montrerai tout à l'heure, que ces glandes, en tant que glandes de la sexualité, fonctionnent hors de tout contrôle nerveux ; il est quasi certain qu'il en est de même de la formation des éléments séminaux (ovogenèse et spermatogenèse).

La seconde confusion n'est pas moins grave. On a tendance à conclure de ce qui se passe chez l'homme lors des manifestations de la vie sexuelle à ce qui se passe chez les animaux. C'est que l'étude des phénomènes de la sexualité a été, pendant longtemps, surtout faite sur l'homme. Or, dans l'espèce humaine, du moins chez beaucoup de sujets, les influences psychiques, émotions, images, souvenirs, etc., sont prédominantes dans tous les actes de la vie génitale. Il ne semble pas qu'il en soit de même chez les autres Mammifères et chez les Oiseaux.

La question reste donc entière de l'autonomie des glandes sexuelles ou de leur subordination plus ou moins complète au système nerveux. Par quelles expériences peut-elle être tranchée ?

1°. On n'a pas fait sur ces organes d'expériences de circulation artificielle. Je prévois cependant pour ma part que cette méthode sera un jour ou l'autre appliquée à l'étude de la sécrétion ovarienne. C'est une application réservée peut-être aux physiologistes des Ecoles vétérinaires. La connaissance récemment acquise des effets physiologiques du liquide folliculaire rend possible, à mon avis, la réalisation, sur de grands animaux (grands Herbivores), d'expériences de circulation artificielle dans l'ovaire ; on réussirait sans doute, par ces expériences, à obtenir des quantités suffisantes de sang efférent pour que l'injection de ce sang à un animal de même espèce, dans des conditions favorables, donnât lieu à la même action que le liquide folliculaire. La signification de ce résultat ne serait pas douteuse au point de vue de la théorie que je soutiens.

2°. D'autre part, les expériences d'énervation totale et *définitive* des glandes génitales sont difficiles à réaliser.

L'ancienne et si intéressante expérience de Rein (1880) est assurément encourageante. On se rappelle que Rein, isolant complètement l'utérus des centres nerveux par la section des nerfs sympathiques et des nerfs sacrés, a vu sur la chienne les phénomènes de la conception et de la parturition s'accomplir de façon normale. Mais ce fait prouvait seulement que la moelle n'est pas indispensable à l'ovulation, à la fécondation, bref à tous les actes de la gestation. On pouvait penser, et telle fut d'ailleurs la conclusion de Rein, que l'utérus, et j'ajouterai l'ovaire, possèdent dans leurs plexus nerveux des centres automatiques. L'existence de centres de cette nature n'est plus guère admise aujourd'hui. Il importerait néanmoins de refaire méthodique-

ment des expériences d'énervation périphérique.

Ces expériences paraissent pouvoir être pratiquées sur les testicules, du moins sur des animaux de taille assez élevée, comme le chien. Sur des animaux plus petits on n'est jamais sûr d'isoler et par suite de couper tous les filets nerveux qui entourent le canal déférent. Déjà sur le chien cet isolement n'est pas très facile qui permettrait une résection étendue. On sait, en effet, que la simple section d'un nerf ne suffit pas pour que l'organe qui reçoit ce nerf doive être considéré comme soustrait définitivement à son action, mais qu'il faut en réséquer un segment aussi long que possible ; ainsi la réunion des deux bouts du nerf est rendue sinon définitivement impossible, du moins assez tardive pour que la preuve soit fournie de la durable survie fonctionnelle d'un organe séparé du système nerveux central. Encore est-il souvent besoin, dans ces sortes de résections, de précautions spéciales, telles que celles que j'ai été amené à prendre dans des expériences de résection des nerfs splanchniques ou des pneumogastriques au-dessous du cœur ; au cours de ces recherches j'avais observé maintes fois, après trois ou quatre semaines, la réunion des deux extrémités nerveuses, séparées cependant par un intervalle de 2 ou 3 centimètres. Pour éviter cette grave cause d'erreur, j'ai été obligé avec mes collaborateurs, Alf. Quinquaud ou Pierre Gley, de brûler au galvanocautère chacune des extrémités du nerf coupé ou de passer un fil dans ces extrémités de façon à pouvoir les fixer dans les tissus du voisinage en les retournant dans une direction inverse de la direction normale du nerf (résection avec inversion des deux bouts ou du bout central seulement). Mais ce dernier artifice n'est praticable que sur des nerfs assez gros. En ce qui concerne la résection des nerfs des testicules, il se peut qu'il y ait encore d'autres difficultés. Il se peut que des filets nerveux s'engagent dans la paroi même des vaisseaux qui irriguent l'organe (artères spermatique et déférentielle) ; on sait que, parmi les filets nerveux qui se rendent aux reins, il en est qui suivent un tel trajet ; aussi les expériences d'énervation des reins n'ont-elles été reconnues valables que quand on a pu sectionner complètement les vaissaux rénaux, artère et veine, et suturer les deux extrémités sectionnées. Renouvellement de la vieille opération de Breschet (1837) que seules ont permis les méthodes actuelles de sutures vasculaires (Al. Carrel). Une telle opération serait-elle possible sur les vaisseaux testiculaires des animaux usuels de laboratoire ? Quoiqu'il en soit, les essais d'énervation des testicules que j'ai pu effectuer jusqu'à présent ne me paraissent pas suffisants pour conclure que la glande reproductrice (formation des éléments séminaux, travail sécrétoire proprement dit) fonctionne encore normalement après qu'elle a été complètement séparée du système nerveux (1).

Cette conclusion cependant s'impose, à mon avis, pour la glande endocrine testiculaire comme pour l'ovaire endocrine, c'est-à-dire pour les glandes sexuelles.

3°. Ce sont les expériences de transplantation qui démontrent l'autonomie des glandes sexuelles. Ces expériences sont aujourd'hui très nombreuses. Il suffira, pour ma démonstration, de rappeler les premières et les principales. J'insisterai un peu sur celles qui ont été faites dans mon laboratoire.

Il semble bien que ce soit J. Hunter qui, le premier, au XVIII^e^ siècle (1762), ait transplanté un testicule de coq dans la cavité abdominale d'une poule ; il constate simplement que l'organe transplanté ne s'est pas atrophié. Des observations de ce genre n'ont aucune signification physiologique. En 1849, Berthold (de Göttingen) enlève les testicules de trois jeunes coqs et les replace dans l'abdomen des mêmes animaux (*auto-transplantation*) ; dans une autre expérience, il transplante les testicules d'un coq dans l'abdomen d'un autre coq (*homo-transplantation*). On sait que tous ces animaux conservèrent leurs caractères sexuels ; sur l'un d'eux Berthold enleva, deux mois après l'opération, les testicules greffés ; l'oiseau se transforma en chapon. Malheureusement cette découverte si grosse de conséquences n'attira pas l'attention, comme j'ai eu déjà l'occasion de le remarquer (2). Beaucoup plus tard (1905), M. Nussbaum, ayant enlevé les testicules à des grenouilles, observe que la brosse copulatrice du pouce ne se développe pas sur ces animaux, tandis qu'elle se développe sur d'autres castrats dans le sac lymphatique desquels il a implanté des fragments testiculaires. Ces observations ont été confirmées par d'autres expérimentateurs. Alors viennent les expériences si démonstratives, d'une part, de Steinach et, d'autre part, celles de Pézard dans mon laboratoire. A partir de 1910, Steinach voit sur des rats castrés que le développement des organes génitaux accessoires a lieu normalement et que la vie sexuelle de ces animaux reste normale si on a transplanté sous la peau un testicule. Dans la suite, ce physiologiste, allant plus avant, « masculinise » des rats femelles par transplantation d'un testicule et « féminise » des mâles par transplantation d'un ovaire. C'est l'inversion sexuelle expérimentale. De son côté, à partir de 1910, dans ses recherches si méthodiquement con-

(1) On verra plus loin que ce fait ressort des expériences de transplantation testiculaire ou ovarienne.

(2) Eug. Gley. *Les sécrétions internes*, 1^re^ édition, 1914 ; trad. allemande par Al. Lipschütz, Berne et Leipzig, 1920 (*Die Lehre von der inneren Sekretion*).

duites et avec tant d'intelligence des questions posées, A. Pézard a constaté que les coqs castrés récupèrent et conservent tous leurs caractères sexuels à la suite de la transplantation, en un lieu quelconque de la cavité abdominale, d'un fragment testiculaire. Un autre travailleur de mon laboratoire, F. Caridroit, a fait récemment une étude histologique très soignée de ces transplants testiculaires et vu qu'ils restent fort longtemps spermatogènes, qu'ils conservent leur activité germinative (1). En 1922, Zawadowsky a réussi des transplantations de testicules sous la peau de poules ovariectomisées ; trois de ces animaux furent complètement masculinisés. De 1919 à 1922, K. Sand, insérant un ovaire en plein testicule ou un testicule dans un ovaire, a vu des Cobayes ainsi traités acquérir et garder les caractères spécifiques du mâle et à la fois de la femelle, réalisant ainsi des hermaphrodites dans le plein sens du mot. En 1924, Pézard, Sand et Caridroit ont aussi obtenu de parfaits hermaphrodites chez les Gallinacés.

Ainsi, des transplants d'un organe, devenus de véritables greffons par suite de leur vascularisation plus ou moins rapide, suffisent à toute la fonction de l'organe qu'ils remplacent. Quelle peut bien être la part du système nerveux dans ce fonctionnement ? Est-il concevable que les fragments testiculaires insérés par Nussbaum dans le sac lymphatique de grenouilles castrées soient entrés en connexion avec le système nerveux ? Comment concevoir aussi le rétablissement de relations entre un testicule placé sous la peau d'une poule et le système nerveux (expériences de Zawadowsky) ou entre ce système et les organes doubles de K. Sand ? Assurément, il importerait de rechercher au moyen des techniques histologiques les plus perfectionnées si dans tous ces transplants il subsiste ou il se forme des traces d'organisation nerveuse. Il est vraisemblable cependant que, dans beaucoup, les conditions de ces transplants, les éléments nerveux en disparaissent très vite. Supposera-t-on qu'il s'établit entre le transplant et les tissus dans lesquels il a été inséré des connexions nerveuses nouvelles ? Comme je l'ai déjà dit, il faudrait d'abord démontrer l'existence de ces voies nouvelles. Admettons-la. Comment ces éléments nouveaux se sont-ils reliés aux parties du système nerveux central avec lesquelles se trouvent normalement en rapport les testicules ? Que d'hypothèses et que de difficultés !

On est conduit à la même conclusion par l'examen des expériences de transplantation ovarienne. En 1896, Knauer déplace les deux ovaires, sur la lapine ; il les insère sur le feuillet postérieur du ligament large ; il constate, treize mois après, l'intégrité de ces organes. En 1907, Fr. H. Marshall et Jolly enlèvent les ovaires à des rats et les transplantent en des points divers de l'organisme ; l'utérus de ces animaux ne subit point les altérations qu'il présente après la castration ; les organes transplantés ont donc continué à exercer leur action normale. Goodale (1914-16) implante dans l'abdomen d'un jeune coq les ovaires fragmentés de deux poulettes de même espèce et même lignée ; l'animal se féminise complètement. Zawadowsky (1922-23) réussit la même expérience. J'ai déjà indiqué que Steinach avait, par une semblable opération, féminisé des rats. Athias, de son côté, a observé, en 1915, consécutivement à une greffe ovarienne, le développement des mamelles et la sécrétion du lait sur des cobayes mâles châtrés. En 1923, Pézard, Sand et Caridroit ont constaté la féminisation du coq *adulte* par greffe d'ovaire dans la cavité abdominale.

Sur les Gallinacés, Caridroit a fait une excellente étude histologique des fragments d'ovaire transplantés dans ses expériences et dans celles qu'il a faites avec Pézard. Il a constaté que le transplant conserve ses caractères ovariens ; une partie des poules castrées et greffées a d'ailleurs pondu des œufs normaux ; chez d'autres, qui n'ont point pondu malgré le développement parfait des ovules, on a reconnu que l'ouverture de l'oviducte avait été déplacée ou que l'entrée de la trompe avait été lésée et était obstruée par du tissu conjonctif.

Les greffes ovariennes, d'une façon générale, se comportent donc comme les greffes testiculaires. Elles gardent la structure de l'organe d'où elles proviennent et elles en remplissent les fonctions. Sont-elles dépourvues de tous éléments nerveux ou, s'il en subsiste, quelles sont les relations de ces éléments avec le système nerveux central ? Sans doute les données histologiques font encore défaut sur ce point, mais, d'après tout ce que l'on sait de ces opérations de transplantation et de leurs conditions, il semble bien que les fragments ovariens transplantés, de même que les fragments testiculaires, ont perdu leurs relations avec le système nerveux.

Conclusion générale.

Les expériences de transplantation réalisées sur les glandes génitales démontrent l'autonomie de ces organes ; ceux-ci, privés de leurs rapports normaux avec le système nerveux, continuent à vivre et à fonctionner.

Cette conclusion paraît être en contradiction

(1) Voir F. Caridroit. Etude histo-physiologique de la transplantation testiculaire et ovarienne chez les Gallinacés. *Bull. biologique de la France et de la Belgique*, 1926, LX, 135-312.

avec les idées de C. Ceni (1), qui s'est attaché depuis une quinzaine d'années à montrer que les centres cérébraux exercent une action régulatrice sur le fonctionnement des glandes génitales. La contradiction n'est peut-être qu'apparente. Je ferai remarquer en effet que, dans les expériences de Ceni sur les Gallinacés, les mâles et les femelles avaient conservé, après destruction de l'écorce cérébrale ou après hémidécérébration, leurs caractères propres et leur activité sexuelle ; seule, leur capacité reproductrice avait diminué. Mais ces animaux présentaient en même temps des troubles graves et progressifs du métabolisme, aboutissant à la cachexie. De sorte qu'on peut se demander si l'atrophie testiculaire, observée chez beaucoup d'entre eux, et l'affaiblissement du pouvoir procréateur sont bien des phénomènes spécifiques et ne tiennent pas plutôt à la déchéance générale de l'organisme. La question serait à examiner de près.

Si, comme je le pense, l'autonomie des glandes sexuelles doit être considérée comme réelle, la conception que je soutiens de l'indépendance de presque toutes, sinon de toutes les glandes endocrines, s'en trouve fortifiée. Leur cas rentre dans la loi générale. A cette loi il y a sans doute une explication. Ne serait-ce pas la nature même des glandes endocrines qui assurerait leur autonomie ? Leur rôle est en effet de déterminer, à la suite du passage dans le sang des produits qu'elles sécrètent et qui possèdent une action spécifique, le fonctionnement d'autres organes ou d'en régler et diriger le développement. Il existe donc, à côté du système nerveux excitateur et régulateur de multiples fonctions, un système d'agents humoraux jouant un rôle analogue. Si ce dernier système est indépendant du premier, il s'ensuivra que les corrélations organiques commandées par les agents humoraux seront soustraites à toutes les variations de la vie nerveuse et par là même beaucoup mieux assurées. Or, nous savons que la permanence des associations interorganiques qui dépendent des sécrétions internes est une nécessité vitale. Là peut-être est la raison profonde de l'autonomie des glandes endocrines, s'il y faut chercher une raison.

E. GLEY,
Professeur au Collège de France.

(1) Voir CARLO CENI. *Psiche e vita organica*, Milan, Istituto éditoriale scientifico, 1926.

L'OBSERVATOIRE DE PARIS ET LES OBSERVATOIRES FRANÇAIS

(Suite) (1)

II. — LEUR DÉVELOPPEMENT FUTUR.

Les recherches astronomiques, dans le cours du XIXe siècle, se rapportaient principalement à l'étude du monde solaire. Les travaux fondamentaux des Herschel et des Struve avaient bien ouvert la voie à l'Astronomie sidérale ; mais les astronomes estimaient que ce ne serait que dans plusieurs siècles, lorsque des documents suffisamment nombreux auraient été accumulés, que l'on pourrait aborder les problèmes qui se posaient. Les grands Catalogues méridiens, qui ont été l'œuvre du XIXe siècle, étaient préparés comme des jalons, comme des bases pour le travail futur.

Grâce à la mise en œuvre, à la fin du XIXe siècle, des méthodes, spectroscopie et photométrie, qui nous font pénétrer dans la nature intime des astres, et surtout de la photographie qui nous permet d'aborder l'étude rapide des champs stellaires, nous avons pu, portant nos recherches au-delà du monde solaire, explorer en peu d'années le monde sidéral. Comme cela arrive toujours lorsqu'un territoire nouveau est ouvert, les pionniers se sont présentés en grand nombre pour le défricher ; les astronomes de toutes les nations ont rivalisé d'ardeur.

Les Observatoires les plus riches, en Amérique, en Allemagne, en Angleterre, en Russie même, ont renouvelé leur outillage. Les instrument géants se sont multipliés. De nouveaux Observatoires ont été établis dans des stations particulièrement favorisées par leur climat, par les Russes en Crimée, par les Anglais en Egypte et dans l'Afrique du Sud, par les Américains au Pérou, au Chili, au Transvaal. La tendance actuelle des études astronomiques est bien manifestée par ce fait, que, à la dernière réunion (1926) de la Société Astronomiqte du Pacifique, qui groupe les Observatoires américains les plus importants, sur 23 notes présentées, cinq seulement se rapportaient au système solaire et de ces cinq, quatre concernaient le Soleil.

Les Français ont été, comme toujours, de ceux qui ont ouvert la voie. On peut proclamer sans exagération que le développement rapide de l'Astronomie stellaire a eu son origine dans l'entreprise de la Carte du Ciel, entreprise d'inspiration française, rendue possible grâce aux travaux de deux astronomes de l'Observatoire de Paris : Paul et Prosper Henry. C'est par le mouvement d'idées qu'ont créé les réunions du Comité international de la Carte du Ciel, que les astronomes ont pris conscience de la possibilité d'aborder les nouveaux problèmes.

(1) Voir *Rev. Scient.* du 14 mai 1927, p. 257.

Les astronomes français ont donné toutes leurs forces à l'accomplissement du programme de la Carte du Ciel. Mais, comme cela arrive trop souvent à ceux qui ouvrent la voie, tandis qu'ils étaient attachés à ce travail de longue haleine, ils ont été devancés dans les découvertes, par des Observatoires plus libres et plus riches, qui ont profité de la méthode photographique établie pour la Carte du Ciel, mais en créant un matériel plus nouveau et plus puissant. La guerre a augmenté encore les diffficultés que pouvaient avoir les astronomes français à rester aux premiers rangs, à côté de rivaux qu'aucune difficulté matérielle en pouvait arrêter. Malgré l'intérêt et l'importance des travaux accomplis dans nos Observatoires, si nous voulons continuer à compter parmi les nations qui cultivent l'Astronomie, il nous faut faire un gros effort pour développer chez nous les études d'Astronomie sidérale pour tirer parti des documents inestimables de la Carte du Ciel et pour en obtenir d'autres.

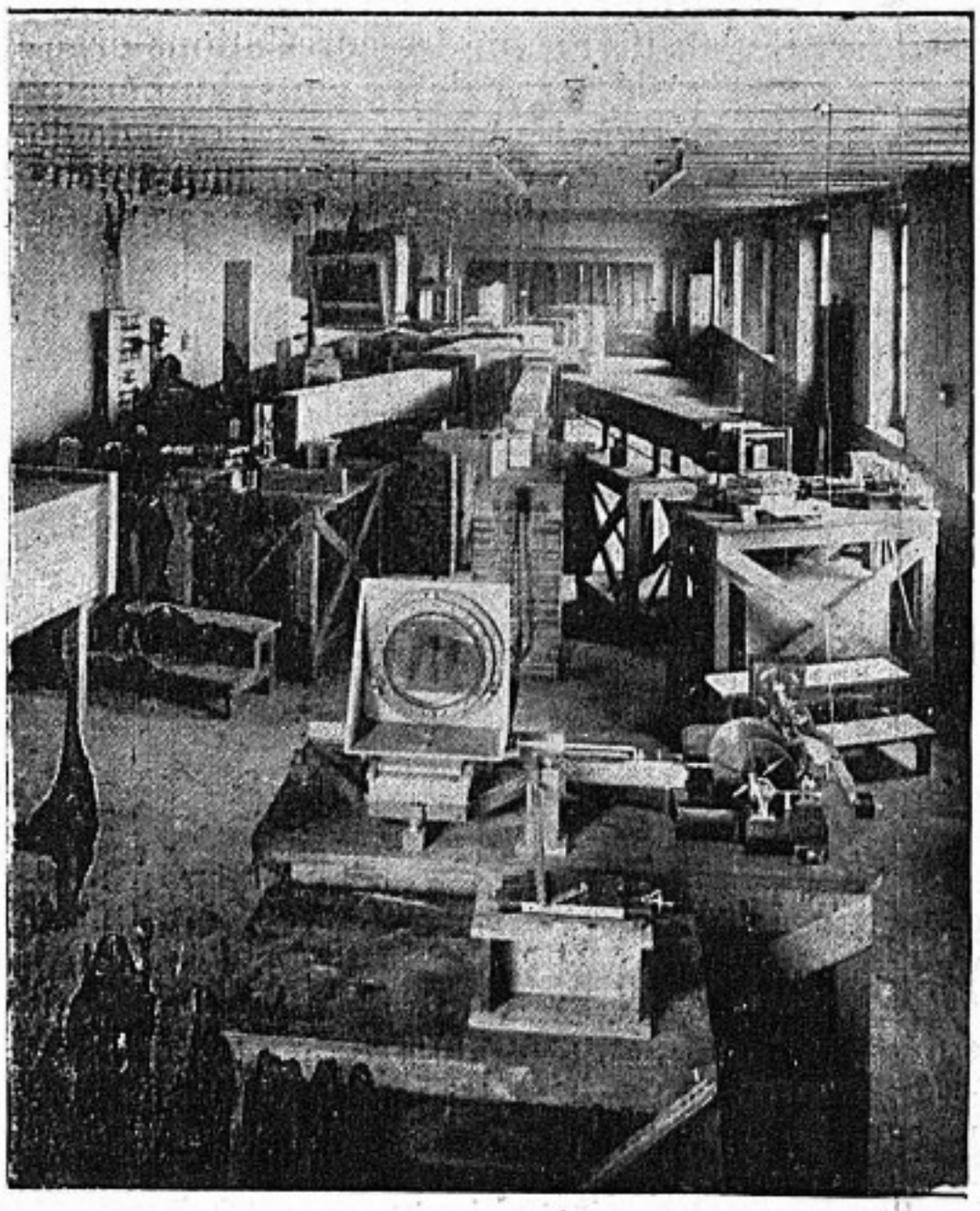


Fig. 110
Le Spectrohéliographe de l'Observatoire de Meudon.

Nous allons examiner, dans les pages qui vont suivre, comment nos Observatoires sont armés pour ces recherches. Nous indiquerons comment on pourrait, sans transformation brutale, et tout en conservant à chacun d'eux sa personnalité, leur donner une organisation leur rendant possibles tous les genres d'études et qui conserve son ancien lustre à l'Astronomie française.

Instruments.

Les instruments méridiens et les équatoriaux de la Carte du Ciel mis à part, les instruments des Observatoires français sont presque tous trop anciens pour être utilisés avec fruit, tels qu'ils sont, dans l'application des méthodes mises en œuvre depuis une quinzaine d'années.

Lorsque les Observatoires des départements ont été créés ou se sont transformés, entre 1873 et 1880, la photographie stellaire n'existait pas ; la Spectroscopie stellaire était à peine née, l'Astronomie sidérale était dans l'enfance.

Les études qui préoccupaient le plus les astronomes se rapportaient aux astres du système solaire, planètes et leurs satellites, petites planètes, comètes ; aux étoiles doubles ; aux déterminations de parallaxes. Presque tous les Observatoires français ont été dotés alors de lunettes de 30 à 40 centimètres d'ouverture, très convenables pour ce genre de travaux. Quelques-uns ont eu des instruments plus puissants qui peuvent encore être classés parmi les grands instruments. L'Observatoire de Nice, les Observatoires de Toulouse et de Marseille, l'Observatoire de Paris, qui englobe actuellement celui de Meudon sous une même direction, ont des réflecteurs ou réfracteurs, de plus de 60 centimètres de diamètre. On peut considérer que l'optique de tous ces instruments est excellente, sauf peut-être celle du réflecteur de 1 m. 20 de Paris ; mais pour tous, les montures laissent à désirer, notamment par l'insuffisance de leur stabilité et de leur rigidité. Dans leur état actuel, ils peuvent difficilement être utilisés pour des travaux d'Astronomie de position de haute précision ou pour des recherches d'Astronomie physique nécessitant des accessoires qu'ils ne peuvent supporter sans fléchir.

Les instruments de 30 à 40 cm. d'ouverture, de dimensions moyennes au moment où nos Observatoires les ont reçus, mais qu'on ne peut classer actuellement que parmi les instruments de faible puissance, sont en général excellents sous le rapport de l'optique et de la monture, sauf les équatoriaux de la terrasse supérieure de l'Observatoire de Paris, beaucoup plus anciens que les autres, usés de toutes façons et qui seraient à remonter complètement.

Si les équatoriaux dont nous venons de parler sont pour la plupart trop peu puissants ou trop mal montés pour les recherches actuelles d'Astronomie sidérale, par contre, les instruments méridiens et leurs accessoires sont au moins aussi bons que ceux en service dans les Observatoires étrangers et leur sont probable-

ment supérieurs. C'est en grande partie grâce à ce fait que le Service international de l'Heure a été confié à l'Observatoire de Paris. La continuation des travaux d'Astronomie méridienne pourrait donc se faire à peu près dans tous nos Observatoires dans des conditions très satisfaisantes. Malheureusement, ce genre de recherches a perdu beaucoup de son intérêt ; l'ère des grands catalogues méridiens est passée.

La troisième catégorie d'instruments que nous possédons est formée par les équatoriaux de la Carte du Ciel. Quoiqu'ils soient du modèle arrêté par les frères Henry il y a plus de 40 ans, tout au début de l'application de la photographie à l'Astronomie, ils comptent parmi les instruments photographiques les meilleurs qui existent ; ils peuvent être utilisés longtemps encore pour des travaux de grande valeur.

C'est seulement à Paris-Meudon que l'on trouve des instruments pour l'étude physique des couches solaires (fig. 110, 111 et 112) et pour la spectroscopie stellaire. L'organisation des recherches solaires à Meudon est une des plus puissantes et des plus fécondes qu'il y ait dans le monde.

Une revue des instruments existant dans nos Observatoires doit nécessairement se compléter par un examen des conditions atmosphériques dans lesquelles ces Observatoires sont placés. On peut dire que les uns et les autres se trouvent dans des situations analogues à celles que subissent les Observatoires anglais et allemands, nos rivaux les plus actifs en Europe. Les Observatoires méditerranéens, Alger, Marseille, Nice jouissent assurément d'un grand nombre de belles nuits ; mais ils sont trop près de la mer. A Alger et à Nice, les images stellaires passent pour être le plus souvent médiocres, le climat est fort humide, Perrotin, qui étudiait la rotation de Vénus, me disait qu'à Nice il avait peu de très bonnes nuits, et, alors quelquefois, pendant cinq minutes. A Marseille, l'Observatoire est dans la ville et, de ce fait, dans une situation défavorable. L'Observatoire du Pic du Midi, grâce à sa haute altitude, est

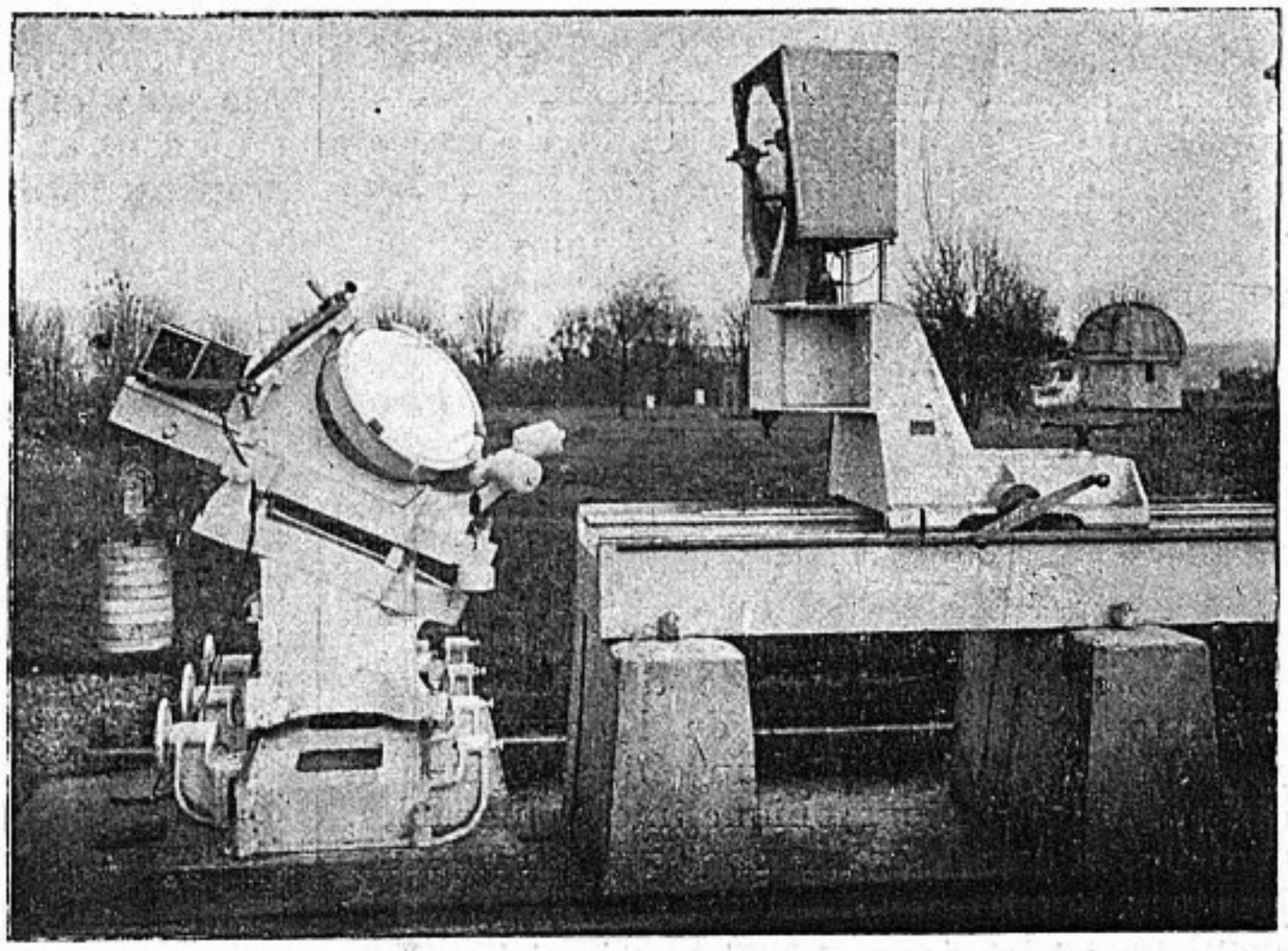


Fig. 111. — Le Cœlostat de l'Observatoire de Meudon. Cet instrument renvoie un faisceau de lumière solaire dans la chambre du spectrohéliographe.

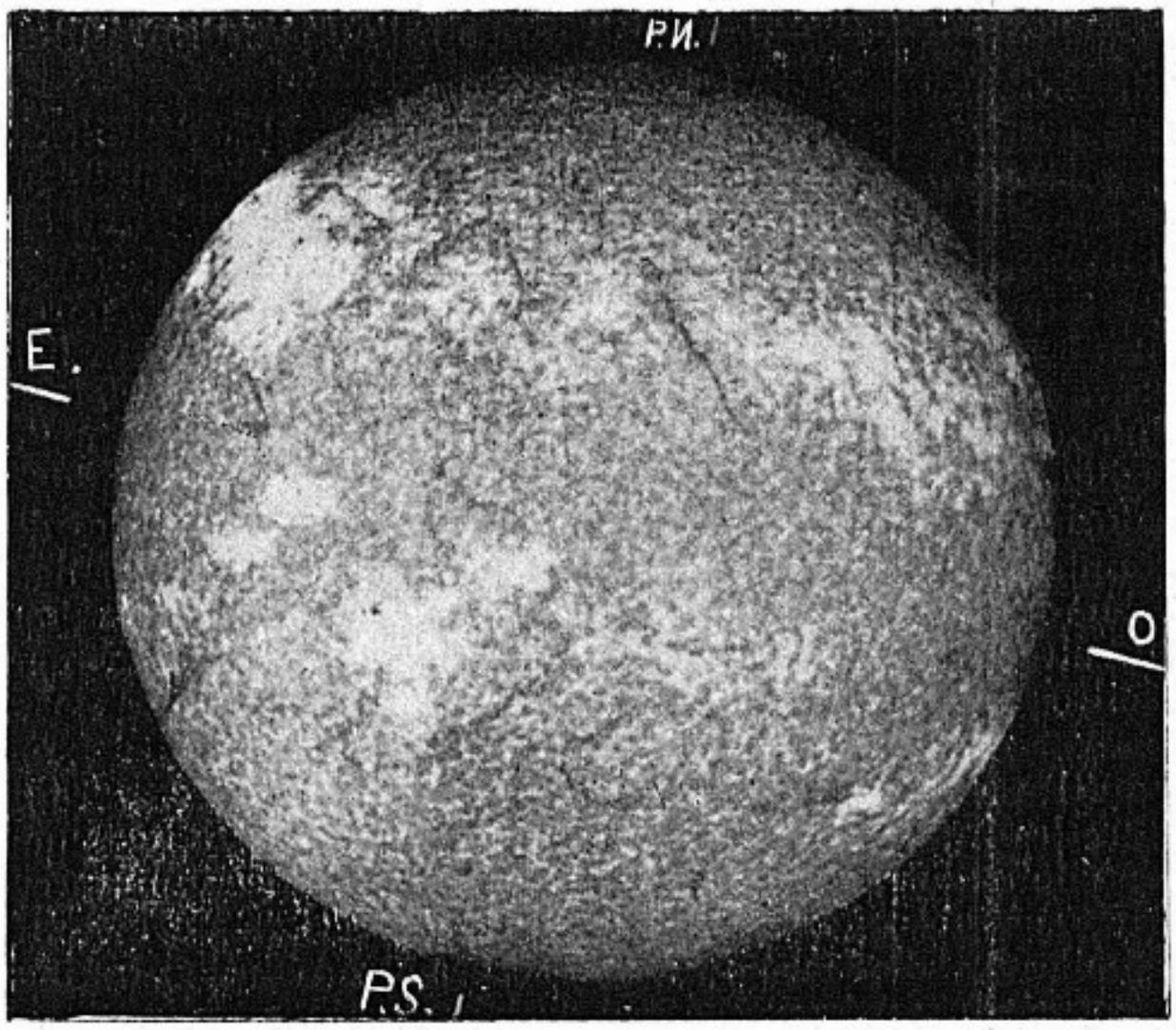


Fig. 112.
Image de l'atmosphère du soleil obtenue à l'aide du spectrohéliographe

particulièrement bien placé pour les observations pour lesquelles les poussières de l'atmosphère sont nuisibles. Mais le nombre des belles nuits actuellement utilisables n'est pas très grand et l'accès de l'Observatoire n'est pas encore assez facile.

Recherches a entreprendre.

Les recherches d'Astronomie stellaire rentrent dans deux catégories : les unes se rapportent à l'étude d'astres isolés ; les autres envisagent de grands ensembles d'étoiles.

Les études actuelles sur les astres isolés sont ou bien des études physiques, ou bien des mesures en vue de la détermination des parallaxes trigonométriques et des positions relatives des composantes d'étoiles doubles.

Les déterminations de parallaxes et les mesures d'étoiles doubles vraiment intéressantes ne peuvent se faire qu'à l'aide d'équatoriaux à longs foyers : l'équatorial de Nice, le grand coudé de Paris, pourvu d'un objectif visuel et d'un appareil photographique interchangeables, l'équatorial double de Meudon, ou, à la rigueur, les instruments de moindre ouverture, mais ayant près de dix mètres de foyer, l'équatorial de Strasbourg et l'équatorial de la Tour de l'Est de Paris.

Les recherches sur la physique stellaire se font par l'intermédiaires de spectrographes et de photomètres. A moins que l'on arrive à tirer de ces instruments un parti différent de ce que l'on a fait jusqu'ici, et qu'on puisse les employer pour étudier, dans les astres, certaines particularités jusqu'à présent inaperçues, on peut dire que leur application aux étoiles brillantes a déjà été faite. Ce n'est qu'en liaison à des lunettes à grande ouverture qu'ils permettraient d'aborder l'étude d'astres plus faibles. Si l'on poussait cette opinion jusqu'à ses dernières conséquences, on ne devrait prévoir l'emploi du spectrographe à fente qu'avec nos grands télescopes, à Paris, à Marseille, ou à Toulouse, ou avec les grands équatoriaux de Nice, de Meudon ou de Paris. Les grands équatoriaux de Meudon et de Paris sont déjà munis de spectrographes ; les autres devraient être profondément modifiés pour en permettre l'emploi.

Nous ne voulons pas conclure qu'il serait sans intérêt de doter de spectrographes les instruments de moindre puissance. Bien loin de là ; les progrès de la Science et de la Technique sont incessants; les spectres des étoiles brillantes ont, sans doute, beaucoup de mystères à nous révéler, et si l'on réussissait à fabriquer des plaques photographiques dix fois plus sensibles que celles qui existent actuellement, un équatorial de 40 centimètres nous permettrait d'étudier des astres que l'on n'atteint maintenant qu'avec des objectifs de 130 centimètres ; néanmoins, il est nécessaire que les plus grands efforts soient faits en vue des équatoriaux les plus puissants.

Ces instruments de 35 et de 40 centimètres d'ouverture pourraient d'ailleurs être fort utilement employés à des recherches de photomotrie avec les récepteurs de haute sensibilité que l'on connaît actuellement, les plaques photographiques, et surtout les cellules photoélectriques. L'application de la cellule photoélectrique à l'Astronomie est relativement récente; même en se bornant aux astres que peuvent atteindre des lunettes de 30 à 40 centimètres, il y a beaucoup à faire.

Les études sur les ensembles d'étoiles qui demandent la mise en œuvre d'un grand nombre de matériaux ne sont pas encore sorties des domaines que les astronomes français pourraient explorer avec les moyens dont ils disposent.

En restant dans le domaine des étoiles plus brillantes que la 14e grandeur, étoiles que les instruments de la Carte du Ciel photographient facilement, les recherches sont nombreuses et importantes. Les Observatoires français sont d'ailleurs, grâce à la Carte du Ciel, particulièrement prêts à poursuivre ce travail. Ils ont déjà des documents de premier ordre accumulés par le labeur désintéressé d'une génération d'astronomes ; il serait regrettable d'en abandonner l'utilisation à d'autres. On peut affirmer que l'exploitation des documents de la Carte du Ciel donnerait en peu d'années des résultats de valeur (fig. 113).

Les études sur les ensembles d'étoiles comprennent les déterminations des mouvements propres, les recherches sur la distribution des étoiles dans l'espace, sur les relations mutuelles des différents types spectraux, sur les parallaxes et la mesure de l'Univers, en un mot sur la constitution du Monde sidéral. Les matériaux de la Carte du Ciel peuvent servir de base à l'étude des mouvements propres. Pour l'étude de la distribution dans l'espace et pour celles des relations mutuelles des étoiles des différents types spectraux, il faudrait les améliorer au point de vue photométrique, et les compléter par des observations propres à fournir une classification spectrale.

Qu'il s'agisse de mouvements propres ou de grandeurs, il sera nécessaire d'obtenir une nouvelle série de clichés et de les comparer aux anciens. L'activité des services de la Carte du Ciel ne peut donc pas être réduite ; les bureaux de mesures et de calculs doivent conserver toute leur puissance. Il faut remarquer d'ailleurs que les déterminations de mouvements propres et de grandeurs sont beaucoup plus rapides que celles déjà faites des positions stellaires, et que

les résultats cherchés pourraient être obtenus en beaucoup moins de temps qu'il n'en a été nécessaire pour achever le Catalogue Photographique. *On gagnerait beaucoup en particulier, sous le rapport de la durée des observations aussi bien qu'aux points de vue de l'homogénéité et de la qualité des matériaux en obtenant tous les nouveaux clichés dans une station convenablement choisie, ou le beau temps serait très fréquent, et très uniforme.*

Le programme d'étude des ensembles d'étoiles, à l'aide des documents de la Carte du Ciel, devrait être complété et facilité par l'obtention de clichés à grands champs. Il serait assurément important que quelques Observatoires français disposassent d'objectifs de 30 centimètres à grands champs, mais à défaut d'objectifs aussi puissants, des objectifs plus petits pourraient rendre de bons services. C'est avec des objectifs de ce type, dont certains ont des diamètres très faibles, que l'Observatoire d'Harward recommence périodiquement la photographie du Ciel entier. On sait quel puissant organe de découverte cet Observatoire possède dans une collection de clichés qu'il est seul au monde à avoir formée. On ne voit aucune raison pour qu'un Observatoire français n'entreprenne pas une œuvre de ce genre.

Les déterminations nombreuses des types spectraux d'étoiles se font soit par les mesures des indices de coloration, soit par l'emploi de chambres à prismes objectifs.

L'indice de coloration d'un astre est le rapport des intensités énergétiques de deux régions de son spectre, le jaune et le violet; pratiquement, c'est la différence entre les grandeurs trouvées pour l'étoile en faisant la mesure, d'une part par des procédés visuels de photométrie, d'autre part par des procédés photographiques, ou bien simplement en comparant les grandeurs obtenues photographiquement sur des plaques orthochromatiques et sur des plaques ordinaires. Cette détermination des indices de coloration devrait être faite pour le plus grand nombre possible des étoiles du Catalogue photographique. Quoique ce travail serait mieux accompli avec des réflecteurs aplanétiques, on pourrait aussi employer soit les instruments de la Carte du Ciel, soit les instruments visuels de 30 à 40 centimètres que possèdent nos divers Observatoires.

Les chambres à *prismes objectifs* permettent, comme les chambres photographiques en Astronomie de position, d'obtenir d'un seul coup des documents sur tout un champ stellaire. Ce sont des instruments très lumineux ; des prismes, de 30 cm. de diamètre et de 20 degrés d'angle, combinés avec les objectifs de la Carte du Ciel ou avec les objectifs à grand champ dont nous venons de parler permettraient des explorations spectrales très intéressantes. Il faudrait que quelques Observatoires soient dotés de prismes de cette dimension. Mais il serait peut-être encore plus important que tous les Observatoires aient au moins un prisme objectif, serait-il de faible puissance.

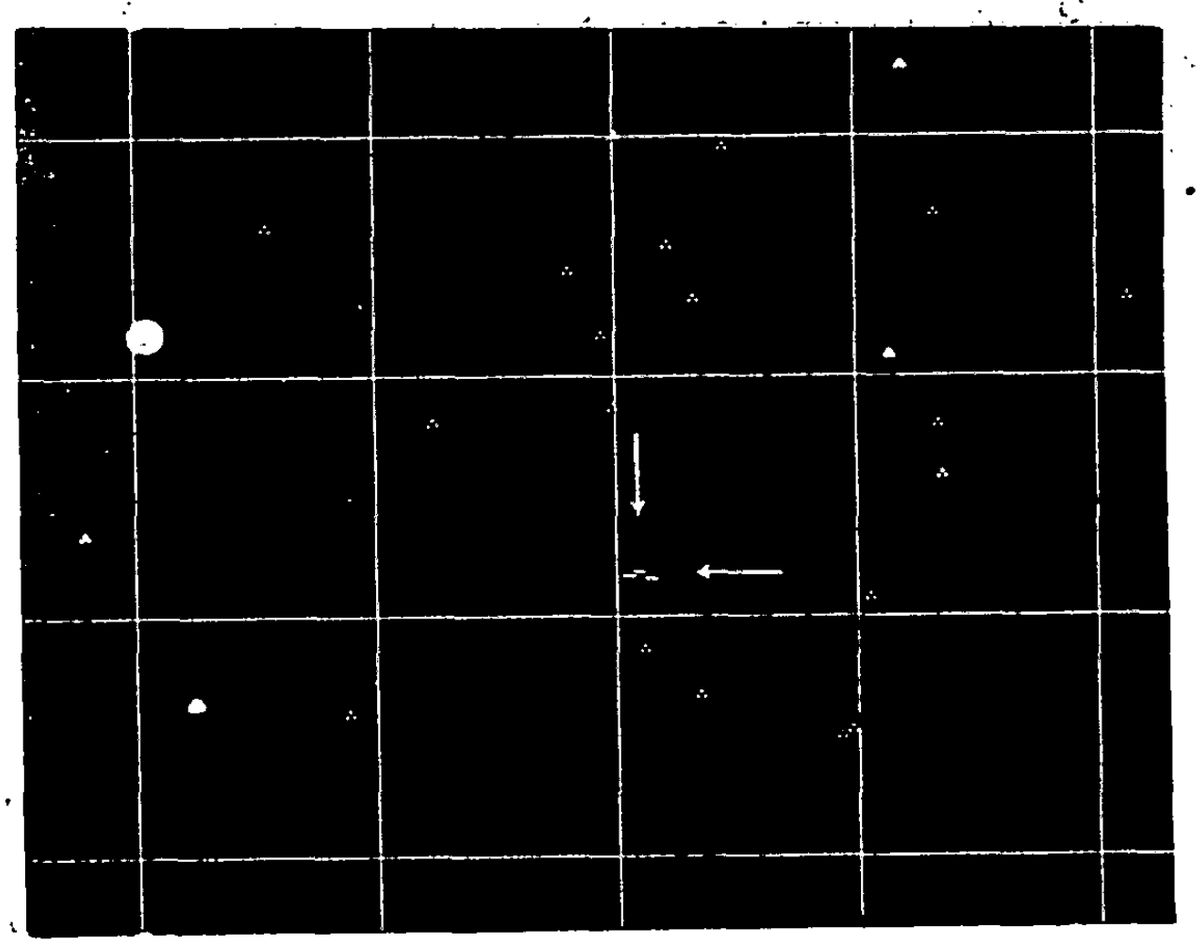


Fig. 113. — Portion d'un cliché d'un cliché de la Carte du Ciel. Trois poses successives de 30 minutes donnent de chaque étoile 3 images. Le diamètre des images croît avec l'intensité de l'astre. Les trois images se confondent lorsque les étoiles sont assez brillantes. Les flèches sont dirigées vers l'image d'une petite planète, qui se déplaçant au milieu des étoiles pendant les poses a donné comme images trois traînés, au lieu de trois disques.

Le besoin probablement le plus urgent de l'Astronomie française est de disposer de *collections de spectres*. Si l'on veut que les jeunes astronomes se dirigent vers l'astronomie physique, il faut mettre à leur disposition des documents sur lesquels ils puissent travailler et faire leur instruction. Il faut qu'ils deviennent familiers avec les spectres stellaires, avec leur classification. Pour cette instruction nécessaire des Astronomes, le prisme objectif est l'instrument le meilleur. A côté des primes objectifs utilisés pour des recherches spéciales, il devrait y en avoir qui soient consacrés simplement à l'obtention de collections de spectres, de même qu'il devrait y avoir des chambres photographiques à grands champs consacrés à la photographie répétée du Ciel.

On ne saurait trop attirer l'attention sur l'intérêt de disposer de collections de spectres. Un des progrès récents les plus importants a été la détermination des parallaxes stellaires par les

méthodes spectroscopiques. La méthode une fois indiquée par Walter S. Adams, les Observatoires qui ont pu l'appliquer sont ceux qui disposaient de telles collections, qu'ils n'avaient certes pas formées en vue de cet emploi. Aucun Observatoire français n'a pu participer à ce genre de recherches et ne pourra y participer avant longtemps, aucun d'eux ne possédant une collection de spectres assez complète.

Une branche de l'Astronomie stellaire particulièrement féconde est celle qui s'occupe des *étoiles variable*. Le service le plus grand que Charles André ait rendu à l'Astronomie française a été de diriger dans cette voie l'activité de l'Observatoire de Lyon. L'œuvre de son élève

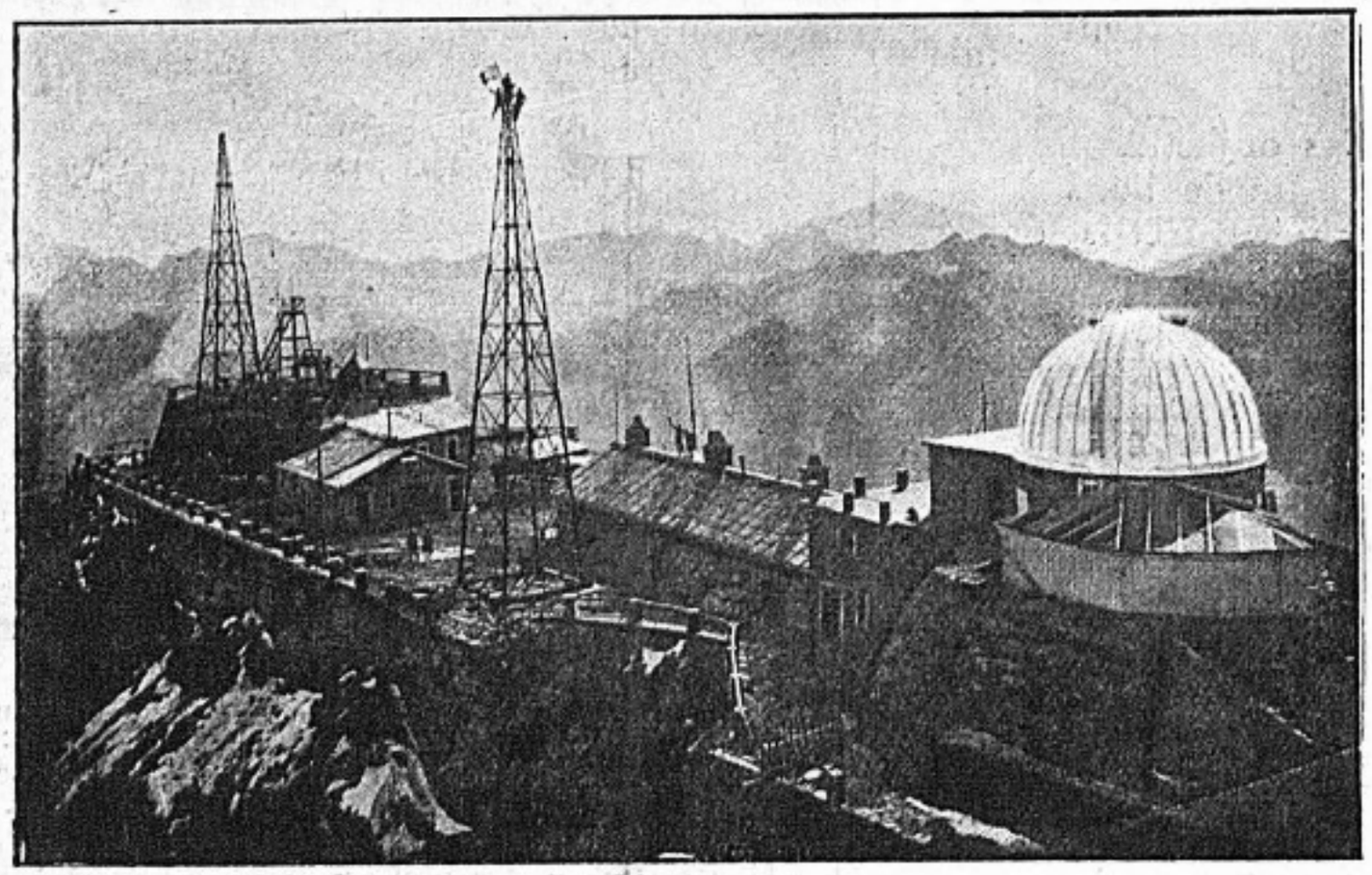


Fig. 114. — Observatoire du Pic du Midi en 1926.

Luizet a été comparée à celle d'Argelander par l'éminent directeur de l'Observatoire d'Harvard ; elle forme assurément un des plus beaux titres de gloire de l'Astronomie française. Cette œuvre a été continuée et développée par les successeurs de Charles André et de Luizet, et l'Observatoire de Lyon est devenu un centre très important pour ce genre de recherches. Le domaine est assez étendu pour que d'autres Observatoires français le cultivent. Les photomètres sont des instruments relativement peu coûteux, même ceux à cellules photoélectriques ; adjoints aux équatoriaux de 30 à 40 cm. que possèdent presque tous nos Observatoires, ils peuvent rendre dans ce champ d'études de grands services.

Organisation des Observatoires.

L'introduction de la photographie dans toutes les méthodes appliquées à l'étude des astres, mesures de position, analyse spectrale, photométrie, a complètement transformé les conditions de travail dans les Observatoires. L'observation sur le Ciel, fondamentale assurément, est le plus souvent la partie la plus courte de l'œuvre à accomplir. Les clichés une fois obtenus par l'observation directe, il faut les mesurer, les comparer. Certains clichés portent des milliers d'étoiles, des dizaines de spectres, leur étude demande plusieurs semaines à un bureau de mesure. Rien n'oblige à faire les observations dans l'établissement même où se feront les mesures et les discussions.

Nous avons dit que les Observatoires français ne sont pas très favorisés par le climat. Il leur est difficile d'entreprendre des recherches qui demandent un grand nombre de nuits d'observations et un ciel pur. Tous les travaux se prolongent beaucoup plus qu'il ne serait nécessaire si les observations pouvaient être poursuivies sans arrêt ; certaines observations particulièrement importantes, les observations photométriques et actinométriques, s'y font dans de mauvaises conditions. Malgré l'état de leur personnel et de leur matériel, où il y a tant à reconstruire et à renouveler, on peut considérer comme réalisable une organisation nouvelle qui conserverait à la France le rang qu'elle a tenu jusqu'ici dans les études astronomiques.

Cette organisation est la généralisation de celle que j'avais cherché à donner à l'Observatoire de Toulouse en créant la station astronomique du Pic du Midi (fig. 114) ; elle repose sur l'établissement de stations d'observation communes à tous les Observatoires, sur le maintien

des Observatoires actuels comme centres des études et des discussions, offrant des laboratoires, des bureaux de mesures et de calculs, sur un statut des astronomes qui les obligerait à des tours de séjour dans les stations communes, ou de missions dans d'autres Observatoires. Ce statut, en compensation, leur donnerait une situation indépendante. Il faut qu'ils ne soient plus obligés, pour faire vivre leurs familles, de se charger de travaux étrangers à l'Astronomie, travaux dont les liens les empêcheraient de prendre part au travail dans les stations d'observation.

Les stations d'observation devraient être placées dans des climats particulièrement favorisés par le temps ; l'idéal serait de très nombreuses nuits claires, d'excellentes images, une altitude élevée. J'ajoute qu'une latitude faible permettrait d'obtenir les étoiles de l'hémisphère sud, jusqu'à présent peu étudiées. Si nous n'avions le devoir de chercher les solutions les plus économiques, on pourrait envisager la création d'une station dans l'extrême sud algérien ou aux Antilles ; mais les frais de missions seraient pour longtemps encore prohibitifs. Une station dans le sud de la France rendrait déjà aux astronomes français des services considérables. Des explorations méthodiques ont été faites pour y trouver un site favorable. La région de la haute Provence paraît particulièrement satisfaisante. Comme station à haute altitude nous disposons du Pic du Midi, où le ciel est très pur ; où les moyens de recherches astronomiques et la vie matérielle sont assurés dans des conditions excellentes ; on ne peut douter que cet Observatoire servira de plus en plus aux recherches les plus délicates, surtout dès que, comme nous l'espérons, son accès sera devenu plus facile. Rappelons, en second lieu, qu'après de longs et nombreux essais poursuivis avec un désintéressement admirable, Jarry Desloges a construit à Sétif, à 1.100 mètres d'altitude son Observatoire spécialement édifié pour les études des surfaces planétaires, et les six magnifiques volumes qu'il a publiés sont de bien grands encouragements. Peut-être m'est-il permis de penser que M. Jarry Desloges serait heureux d'assurer de toutes manières la vitalité et la prospérité de son Observatoire ; Sétif, Pic du Midi, Haute Provence, voilà les centres d'observation que nous voyons pour l'avenir.

Ces stations, dans l'ensemble, devraient être dotées des équatoriaux les plus puissants, se prêtant aux travaux les plus variés. Un réflecteur de très grand diamètre, un ou deux réflecteurs plus petits, des tables équatoriales (fig. 115), une monture pour les instruments de la Carte du Ciel, des montures pour les chambres photographiques à grands champs et pour des chambres à prisme objectif, des appareils pour les études solaires, pour les recherches actinométriques et pour la physique du globe, formeraient un ensemble de premier ordre, susceptible de fournir des documents assurant l'activité de tous les Observatoires français. Les réflecteurs seraient à construire entièrement ; certains des autres instruments pourraient être prélevés sur les instruments déjà existants, s'il était impossible d'en construire de nouveaux.

Les instruments accessoires d'un caractère permanent, spectrographes, photomètres, prismes objectifs, devraient faire partie de l'outillage propre de ces stations ; mais pour les recherches particulières entreprises sur l'initiative d'un astronome, les instruments nécessaires devraient provenir de l'Observatoire même auquel il appartient et où ces instruments seraient essayés et mis au point.

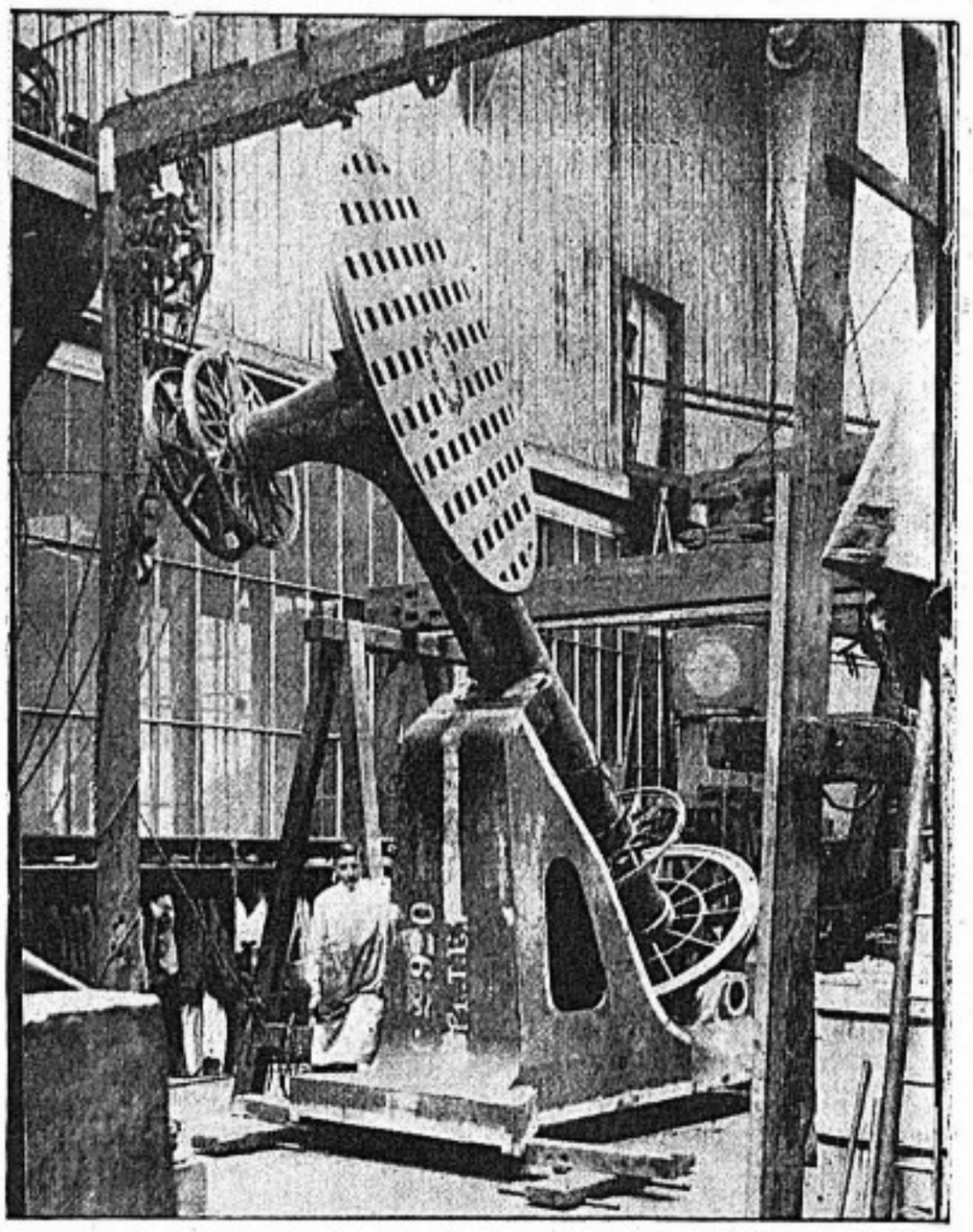


Fig. 115. — Table équatoriale de M. Deslandres. Sur le grand plateau de cet instrument, on fixe, comme sur une table, les instruments, dans lesquels on veut recevoir la lumière des astres : chambres à prismes objectifs, chambres photographiques à grand champ, spectrographes divers. Un mouvement d'horlogerie donne à tout l'appareil une vitesse de rotation égale à celle de la voûte céleste.

L'organisation que nous envisageons demande le maintien des Observatoires actuels comme centre des études et des discussions. On a émis plusieurs fois l'opinion que ces Observatoires, certains d'entre eux tout au moins, devraient être supprimés et que le personnel et les instruments

devraient être réunis dans des centres astronomiques mieux placés. Si l'on pouvait faire table rase du passé et des nécessités présentes, et reconstruire tout ce qui existe, on pourrait, en effet, songer à créer des centres astronomiques peu nombreux, mais puissamment outillés. Dans l'état actuel des choses les difficultés morales et matérielles qui s'opposeraient à une organisation de ce genre seraient, sans doute, insurmontables. Les Observatoires existent ; les villes qui les hébergent ont fait pour eux depuis leur fondation des sacrifices considérables. Les fonctionnaires des Observatoires, dont l'âge moyen approche de 50 ans, sont attachés à leurs résidences par de nombreux liens d'intérêt et de sentiment. Les stations d'observation pour être bien placées doivent être loin des agglomérations importantes ; la vie matérielle d'un personnel nombreux et des familles y serait très difficile. Il faudrait construire des maisons d'habitation et organiser des moyens de transport pour assurer le ravitaillement et l'éducation des enfants. Il faudrait trouver des fonctionnaires qui tout en ayant une très grande valeur acceptent de passer leur vie dans une thébaïde. Les difficultés qu'éprouve actuellement l'Observatoire de Nice sont un exemple de ce qui pourrait arriver.

Comme nous l'avons déjà dit, l'introduction de la photographie dans toutes les méthodes d'observation diminue beaucoup l'importance relative du temps passé aux observations. Les mesures et les discussions forment la plus grande partie du travail de l'astronome. Ce serait vouloir compliquer à plaisir l'existence du personnel affecté aux mesures et aux calculs que de chercher à le faire vivre en pleine montagne. L'astronome lui-même a besoin de rester en relation constante avec un centre de vie intellectuelle. C'est dans les Observatoires actuels, qui, pour la plupart, sont près des villes universitaires, qu'il se trouvera le mieux placé pour tirer parti de ses observations, qui, elles, seront faites dans les stations communes.

A ce travail de mesures et de discussions, certains de nos Observatoires sont particulièrement préparés. Ce sont ceux qui ont participé à la Carte du Ciel. Ils possèdent en main des documents importants, des machines de mesure, un personnel dressé, des traditions. Quoique le climat dont ils jouissent ne soit pas excellent, ce serait une lourde faute de les désorganiser.

Si la plus grande partie des observations définitives devaient être faites dans les stations communes, il ne faudrait pas conclure que dans les Observatoires il n'y aurait plus d'observations à faire et que les équatoriaux deviendraient inutiles. Tous les astronomes ne pourront pas à la fois être en mission ; certains, entrés dans l'Astronomie sous le régime ancien, pour des raisons diverses, ne pourront jamais s'absenter. Les instruments resteront à leur disposition. Il est d'ailleurs nécessaire de laisser aux astronomes, avant de les envoyer en mission, les moyens d'acquérir l'habitude des instruments, d'essayer et de régler les dispositifs nouveaux.

Enfin, les branches de l'Astronomie pour lesquelles nos Observatoires ont été outillés sont loin d'avoir révélé tous leurs secrets. Si l'Astronomie sidérale réclame les plus grands efforts, il ne nous est pas permis d'abandonner des champs de recherches où il y a encore beaucoup à récolter, et que nous pouvons cultiver avec les ressources actuelles de nos Observatoires.

Personnel.

La question la plus grave, la plus importante assurément pour la réussite du plan que nous venons d'esquisser, est celle du personnel. Du statut qu'on lui donnera, plus que des instruments mis à sa disposition ou des Observatoires nouveaux créés, dépendra le déclin ou le renouveau dans notre pays d'une Science où la France est restée pendant des siècles au premier rang et que tous les peuples cultivent comme la manifestation la plus haute de leur civilisation.

L'étude de l'Astronomie a toujours demandé la solution des problèmes les plus difficiles. Ses adeptes ont toujours été au nombre des savants les plus illustres de leurs temps. Maintenant, comme autrefois, le savoir et les qualités que devrait posséder un astronome sont considérables. Les mathématiques et la physique devraient lui être familières, et non pas simplement les mathématiques et la physique classiques, mais leurs branches les plus nouvelles. Il devrait posséder à fond l'art du calcul, être doué d'un esprit critique particulièrement aiguisé pour mener à bien les discussions de la grande masse de documents dont il dispose. La lecture de mémoires en anglais, en allemand, en italien, en espagnol ne doit pas le rebuter. Constamment en rapport avec les astronomes étrangers avec lesquels il collabore, et qu'il rencontre dans les réunions périodiques de l'Union astronomique internationale, il devrait, comme l'ont fait nos prédécesseurs, pouvoir donner une haute idée de l'esprit français. Doué d'une grande résistance physique, ou d'une volonté tenace, il doit être prêt à travailler à toute heure de la nuit ou du jour. Il devrait être libre de toute attache, et pouvoir partir en mission lorsque les besoins du service le demanderaient.

Un pareil ensemble de qualités est rare ; plus que jamais elles sont nécessaires. L'Astronomie

stellaire a fait depuis vingt ans des progrès immenses. La Guerre a empêché la France d'apporter sa contribution à tous ces progrès. Pour nous maintenir au niveau des autres nations, il est indispensable que nous donnions tous nos efforts dans cette voie nouvelle. Peut-être dira-t-on que les astronomes qui la cultiveront prochainement ne trouveront pas autour d'eux en nombre suffisant des guides et des maîtres ; comme toujours, et en toute science, c'est par leur propre travail et par leurs conceptions personnelles qu'ils devront arriver à s'élever au niveau d'astronomes étrangers déjà illustres.

Malgré des conditions très défavorables, des travaux de valeur ont été accomplis depuis la Guerre en Astronomie stellaire. Pour les multiplier, il est indispensable d'attirer vers l'Astronomie des esprits nouveaux particulièrement distingués. En Angleterre, les chief-assistants de l'Observatoire de Greenwich, ceux qui dirigent avec l'Astronome Royal les travaux de l'Observatoire sont pris parmi les lauréats les plus renommés des collèges de Cambridge. Mais pour attirer des esprit distingués, il faut leur assurer une situation matérielle suffisante, où les conditions d'avancement et les traitements moyens ne soient pas inférieurs à ceux qu'ils recevraient s'ils cultivaient les autres sciences. Nous devons dire qu'actuellement nos jeunes astronomes ne trouvent rien de pareil.

Le stage peut se prolonger pendant des années sans qu'un traitement ou même l'assurance d'une nomination soient garantis aux stagiaires. Les astronomes, à leur début comme aides, reçoivent un traitement inférieur à ceux des préparateurs des Facultés, alors que l'Académie des Sciences avait proposé de les mettre sur les rangs des chefs de travaux. Les astronomes adjoints avaient en 1925 des traitements de chefs de travaux au lieu d'avoir ceux de maîtres de conférences. Les astronomes titulaires de Paris ont des traitements de maîtres de conférences.

Ces assimilations ne sont pas justes. Les situations d'astronomes titulaires sont des situations de fin de carrière que l'on n'obtient guère avant la cinquantaine ; les situations de maîtres de conférences sont des situations transitoires. L'âge moyen qu'avaient les astronomes adjoints nommés depuis vingt ans au moment de leurs nominations dépassait la quarantaine. La plupart des maîtres de conférences dans les Facultés de province ont obtenu ce grade bien plus tôt.

Assurément les places de directeurs d'Observatoires d'Université sont parmi les situations les mieux rétribuées de l'Université, mais il n'y en a que sept, huit avec Paris. Pour les autres sciences, en particulier pour la Physique et les Mathématiques vers lesquelles un jeune astronome pourrait être tenté de se diriger, le nombre des chaires magistrales est incomparablement plus grand. Dans ces sciences, un homme distingué est sûr de recevoir la récompense de son mérite. En Astronomie, il peut attendre plus de quinze ans qu'une circonstance favorable se produise. Certains aides, méritants, ont conservé le même traitement, très modeste, plus de dix-sept ans.

Les traitements des hommes de sciences, quelle que soit la science qu'ils cultivent, sont faibles. Mais la plupart peuvent cumuler plusieurs fonctions qui s'ajoutent sans surcharger beaucoup l'esprit de ceux qui les accomplissent, : ce sont en général des fonctions d'enseignement. Les astronomes sont malheureusement obligés, eux aussi, de chercher à améliorer leur situation par des fonctions extérieures à l'Observatoire. C'est rarement leur science propre qu'ils trouvent à enseigner, mais les mathématiques ou la physique : cet enseignement est pour ceux qui le donnent une grosse préoccupation très nuisible à leur production scientifique ; Leverrier le déplorait déjà. Si l'on organise des stations d'observation, des tours de missions, ce qui paraît bien être, comme nous l'avons montré, la voie la plus économique et la meilleure pour développer les études astronomiques, il est indispensable que les astronomes restent libres de toute attache, par conséquent qu'ils trouvent dans leur traitement normal une rémunération suffisante pour les faire vivre honorablement, eux et leur famille. Nous espérons qu'il sera remédié très prochainement à cette situation. Il ne faut pas que les lois, décrets et règlements empêchent les institutions de fonctionner.

L'organisation que nous prévoyons repose essentiellement sur la création de stations d'observations et sur l'envoi en mission des astronomes. Il est certain que tous les astronomes ne prendront pas part à ces missions, surtout tant que le personnel ne sera pas entièrement renouvelé. La stricte justice demande que ceux qui les accomplissent reçoivent une récompense de leur peine, soit par une augmentation de traitement correspondant à la mission, soit par des avantages pour l'avancement.

Conclusion.

Nous aurions voulu, dans cette longue étude, donner aux lecteurs la conviction que les astronomes français, ceux de l'Observatoire de Paris en particulier, malgré les difficultés que leur impose la situation de l'Observatoire, n'ont cessé d'apporter aux études astronomiques une contribution digne de notre pays.

Les difficultés au milieu desquelles nos Observatoires se débattent actuellement, comme tant d'autres organismes scientifiques, pourraient

être surmontées relativement à bon compte. Créer dans chaque Observatoire un laboratoire astronomique, ou compléter au fur et à mesure des besoins ceux qui existent ; envoyer en mission d'observation, là où il y aura lieu, dans des stations existantes, ou dans une station nouvelle placée dans un endroit convenable et dont le personnel permanent serait un personnel d'entretien, des astronomes appartenant à tous nos Observatoires ; dans cette station placer les instruments les plus nouveaux et les plus puissants possibles ; conserver les Observatoires actuels commme centres d'étude, où seraient mesurés les clichés pris dans ces stations d'observation et faites les discussions ; les instruments y existant étant utilisés par les astronomes dans les intervalles de leurs missions.

Le succès d'une telle organisation ne paraît pas douteux. Elle généraliserait aux Observatoires français ce qui se fait au grand Observatoire américain de Mount Wilson, où les astronomes vivent et travaillent à Pasedena, et vont à tour de rôle passer huit jours à l'Observatoire. Les stations françaises seraient, il est vrai, plus éloignées des centres astronomiques que Pasadena du Mont Wilson ; les missions devraient être plus prolongées. Mais nous ne doutons pas que les astronomes français ne montrent le même dévouement à la Science que les astronomes américains et que si leur vie matérielle est assurée convenablement les tours de mission, au lieu d'être redoutés, ne soient recherchés. Au reste, une faible proportion du personnel des Observatoires suffirait pour assurer le plein rendement des stations.

A un astronome étranger qui pendant l'un de mes séjours était venu au Pic du Midi, j'exprimais il y a bientôt trente ans la crainte que cet Observatoire, à cause des difficultés matérielles de la vie, ne fût pas amplement fréquenté. Sans hésitation, il me répondit : « l'astronome qui aime la Science qu'il cultive et qui trouvera bon accueil dans cette station où il pourra faire ce qu'il ne ferait que bien difficilement ailleurs, sera tout heureux d'y venir. »

Certes, depuis cette époque, les Français ont fait preuve de vaillance, d'amour pour la Science, et d'initiative. Les astronomes, comme tous les autres savants, peuvent compter sur l'appui des Pouvoirs Publics et sur les encouragements privés. Malgré la disparition de son fondateur, voici que la Société Astronomique de France compte plus de 4.000 membres français ou étrangers ; et que l'intérêt de ses publications augmente tous les jours. Voici que des personnes dévouées s'efforcent de nous aider, tels que Madame Dorothée Isaac Roberts, M. Dina, le célèbre opticien Ritchey. L'œuvre de Verschaffel, à Abbadia, celle de Jarry Desloges, à Sétif, et ailleurs, de Flammarion et de ses collaborateurs à Juvisy, de la Baume Pluvinel, à Paris, à Meudon et en maintes missions libres, montrent bien ce que l'on peut attendre de l'initiative privée. Au moment où je viens, à 79 ans, de laisser à mon successeur la tâche la plus lourde qu'ait eue jamais astronome dans le monde, qu'il me soit permis, appréciant l'exceptionnelle valeur de la haute administration et du Conseil des Observatoires, d'exprimer ma pleine confiance dans notre avenir.

B. Baillaud,
Membre de l'Institut
et du Bureau des Longitudes,
Directeur honoraire de l'Observatoire de Paris.

LES ÉCHANGES DE BASES DANS LA TERRE ARABLE

On sait depuis longtemps que le sol est susceptible de retenir certains éléments utiles aux plantes, tels que la potasse, l'acide phosphorique, l'ammoniac, etc.

On donne à cette propriété le nom de *pouvoir absorbant* ou *sélectif*.

Le sol fait un choix parmi les substances qu'on lui incorpore, retenant les unes et laissant passer les autres.

Ce fait a une grosse importance en agriculture : d'une part il influe sur la nutrition de la plante, d'autre part il commande le choix et la date d'épandage des engrais complémentaires.

On comprendra aisément que le pouvoir sélectif des sols ait été l'objet de nombreuses recherches quant à ses causes.

Il semble que ce pouvoir absorbant soit dû à deux phénomènes principaux :

1° L'absorption par double décomposition d'ordre chimique entre les éléments ajoutés au sol et ceux qui y préexistent.

2° L'adsorption comparable à une action d'affinité capillaire d'ordre purement physique et identique à un phénomène de teinture. Les éléments utiles aux plantes arrivant au contact des parties fines de la terre arable sont retenus énergiquement par adhérence autour de ces particules.

Il n'y a d'ailleurs pas toujours séparation bien nette entre ces deux sortes de phénomènes. En effet, la fixation d'un élément commence généralement par adsorption, pour se poursuivre par une véritable double décomposition chimique entre les éléments adsorbés et les constituants des particules, généralement colloïdales, qui les fixent.

Dans toutes ces actions ce sont surtout les éléments basiques qui réagissent les uns sur les autres.

L'étude de ces échanges de bases reprise ces dernières années, surtout à l'aide des méthodes physicochimiques (analyses mécaniques, résistivité électrique, mesure de la concentration en ions hydrogène, etc.) semble, sinon avoir résolu la question du pouvoir sélectif, tout au moins nous faire entrevoir certains phénomènes qui en sont la cause.

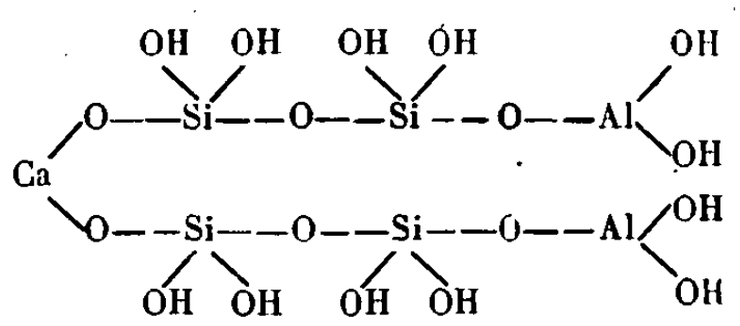
ÉCHANGES DE BASES DUS A L'ABSORPTION. — Ces échanges de base semblent être dûs en grande partie à l'influence des colloïdes minéraux.

Lorsqu'on ajoute au sol un engrais potassique ou un sel d'ammonium, le carbonate de chaux opère une double décomposition donnant naissance à du carbonate de potassium ou d'ammonium. Ces carbonates, étant solubles, devraient passer dans les eaux de drainage : or il n'en est rien.

On sait, en effet, depuis WAY (1850) et EICHHORN (1858) que certains silicates du sol dit *silicates zéolithiques*, ont le pouvoir d'échanger facilement leur base (la chaux généralement) et de fixer ainsi les carbonates alcalins mis à leur contact.

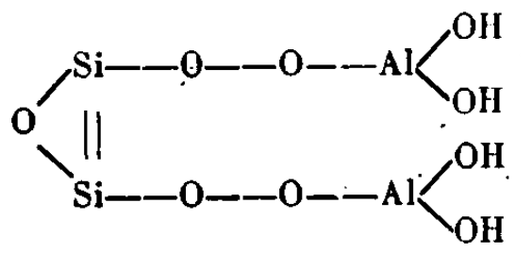
Comme le dit M. ANDRÉ, on ne doit pas considérer les silicates renfermant de l'alumine comme des silicates doubles d'aluminium et de potassium ou de sodium, mais bien comme des aluminosilicates de potassium, de sodium, etc.

Prenons, comme l'a fait EICHHORN de la CHABASIE (aluminosilicate de calcium hydraté) de composition $4SiO^2Al^2O^3CaO$, $6H^2O$; nous pouvons développer sa formule de la façon suivante :



Dans cette formule, on peut admettre que chaque oxhydrile OH peut être déplacé par une base quelconque qui, elle-même peut être remplacée par une base plus énergique.

Sans même aller si loin, un silicate hydraté tel que l'argile, si commune dans nos sols, aurait pour formule, développée suivant MAQUENNE :



ou les oxhydriles peuvent jouer un rôle identique à ceux de la chabasie.

D'ailleurs, la présence de ces silicates zéolithiques est très fréquente dans la terre arable. Ils se forment très souvent dans la désagrégation des roches argilo-siliceuses.

Ainsi GANSSEN étudiant l'influence du climat sur la désagrégation des feldspaths, donne différents modes de formation de silicates zéolithiques :

1° Désagrégation argileuse dans les régions à climat humide et tempéré :

$$\underbrace{2\,(6\,SiO^2\,Al^2O^3\,K^2O)}_{\text{feldspath potassique}} + x\,H^2O = \underbrace{4\text{-}6\,SiO^2\,Al^2O^3\,K^2O\,m\,H^2O}_{\text{Silicate zéolithique}} + \underbrace{2\,SiO^2\,Al^2O^3\,2\,H^2O}_{\text{Silicate à kaolin}} + \underbrace{3\text{-}6\,SiO^2\,K^2O\,n\,H^2O}_{\text{Silicate potassique entraîné par l'eau de pluie}}$$

2° Désagrégation latéritique sous climat humide et chaud :

$$\underbrace{6\,SiO^2\,Al^2O^3\,K^2O}_{\text{feldspath}} + x\,H^2O = \underbrace{6\,SiO^2\,Al^2O^3\,K^2O\,m\,H^2O + y\,H^2O}_{\text{Silicate zéolithique}}$$

$$\underbrace{6\,SiO^2\,Al^2O^3\,K^2O}_{\text{feldspath}} + x\,H^2O = \underbrace{4\text{-}6\,SiO^2\,Al^2O^3\,K^2O\,n\,H^2O}_{\text{Silicate zéolithique}} + \underbrace{SiO^2\,Al^2O^3\,2\,H^2O}_{\text{Silicate à kaolin}}$$

3° Désagrégation hydratique des régions arides :

$$\underbrace{6\,SiO^2\,Al^2O^3\,K^2O}_{\text{feldspath}} + x\,H^2O = \underbrace{6\,SiO^2\,Al^2O^3\,K^2O + x\,H^2O}_{\text{Silicate zéolithique}}$$

L'expérience a démontré que dans ces silicates la soude et la potasse absorbées étaient déplaçables par la chaux, elle même remplaçable par l'ammoniac.

La présence du silicate d'aluminium dans les sols s'explique par le lavage de la terre par les eaux météoriques qui enlèvent les bases solubles. On met la présence de ce silicate facilement en évidence : le délavage et les traitements aux acides très étendus peuvent être considérés comme une exagération des facteurs météoriques. Or, on voit après ces traitements une augmentation du pouvoir absorbant vis-à-vis de $Ca(OH)^2$ et de CO^3Ca, due à la formation du silicate d'aluminium.

Il y a donc une véritable substitution entre la base lavée et CO^3Ca. Là, comme précédemment on voit que le pouvoir absorbant des silicates d'alumine est plus grand pour la chaux que pour la potasse.

Les zéolithes du sol contiennent généralement beaucoup de chaux qui améliore la texture physique du sol. En ajoutant des sels de potasse et de soude il se formera des zéolithes potassiques et sodiques qui ont tendance a être facilement

décomposés par l'eau et par conséquent à donner au sol des propriétés physiques moins favorables. D'où, d'après HAGER, la nocivité de ces sels mis en trop grandes quantités sur les sols peu calcaires. Il semble que, surtout en ce qui concerne la potasse, le changement de propriétés physiques du sol soit peu à craindre dans la pratique. Cette opinion, peut-être vraie pour les sels de soude, est exagérée en ce qui concerne les sels de potasse.

Les réactions de déplacement et d'échange entre les silicates colloïdaux et les sels neutres ajoutés au sol, sont des actions chimiques soumises aux lois des proportions définies et à celles de l'équilibre chimique comme la loi d'action de masse.

ÉCHANGES DE BASES DUS A L'ADSORPTION. — Nous avons vu qu'on appelle adsorption le phénomène par lequel les particules très fines ou les éléments colloïdaux ont la propriété de fixer les bases par adhérence.

Cette action précède toujours les doubles décompositions.

Mais parfois ces dernières n'ont pas lieu et les éléments restent fixés autour des particules sans subir de modification.

Les colloïdes du sol retiennent certaines bases plus énergiquement que d'autres et les bases fixées sont plus ou moins facilement remplaçables par d'autres éléments basiques.

La forme sous laquelle le cation est donné semble influencer sur la force de l'adsorption.

Ainsi, M. DEMOLON a vu que la quantité de CaO adsorbée dans certaines conditions par les colloïdes argileux de la terre à brique, était égale à la quantité de CaO théoriquement calculée pour saturer l'acidité, lorsque la chaux est donnée sous forme de bicarbonate. Il a constaté en outre que cette chaux est facilement déplaçable par une solution de chlorure d'ammonium à 5 o/o.

Si, au lieu de bicarbonate, on ajoute dans les mêmes conditions de l'hydrate, la fixation de chaux est beaucoup plus intense et après la neutralisation du sol il se fixe encore de la chaux pour donner, par phénomène d'adsorption, des pseudo combinaisons qui ne sont que partiellement décomposées par la solution de chlorure d'ammonium à 5 o/o.

La potasse n'est déplacée que partiellement par NH^4Cl ou CO^2, par contre elle l'est en totalité par la chaux.

MESURE DES BASES ÉCHANGEABLES D'UN SOL. — Beaucoup d'auteurs donnent à la proportion de bases échangeables du sol une grande importance. La fertilité d'une terre arable dépendrait plus de la quantité de bases facilement échangeables que de la masse totale de ces bases. ... P.-W. ROBINSON et R. WILLIAMS donnent l'exemple de certains sols du pays de Galles dépourvus de carbonate de chaux et dans lesquels la fertilité marche de pair avec la proportion de chaux échangeable. Ces terres, quoique dépourvues de carbonate de chaux, n'augmentent pas de fertilité lorsqu'on y ajoute des engrais calcaires si leur proportion en CaO échangeable est suffisante.

Or la quantité de chaux échangeable n'est pas toujours en rapport avec la quantité totale de carbonate de chaux, et SCHEFFER a montré que lorsque l'on ajoute de la chaux à un sol, toute cette chaux ne se transforme pas en carbonate ; la quantité de CaO se transformant en CO^3Ca est d'autant plus faible que le sol contient plus de matériaux adsorbants.

C'est ce qui explique le fait mis en évidence par DULEY, à savoir que des sols d'acidités semblables avaient une teneur en chaux soluble parfois très différentes.

Il semble que les nombreuses tentatives faites autrefois pour tâcher de trouver la « partie assimilable » des éléments de la terre arable par des réactifs appropriés (acide citrique 2 o/o, acide nitrique étendu, CO^2, etc.) n'aient eu pour but, en ce qui concerne les bases, que de chercher justement la partie facilement échangeable, partie qui, vraisemblablement, est la plus aisément utilisée par les plantes.

Pour tâcher d'uniformiser les résultats, l'Association Internationale de la Science du Sol indique parmi les nombreuses méthodes imaginées pour doser les bases échangeables celles de HISSINK, de GEDROIZ et de KELLY comme susceptibles de donner les meilleurs résultats.

Ces méthodes sont basées sur ce fait que le traitement du sol par une solution d'acide chlorhydrique de concentration égale ou inférieure à o,o5/N produit un échange de cations entre HCl et les produits zéolithiques du sol en n'effectuant pas de dissolution.

Ce traitement par les acides très dilués opère de la même façon que les sels neutres ; c'est-à-dire : extrait les bases absorbées et adsorbées, peut éventuellement détruire les colloïdes, mais dans aucun n'agit sur les minéraux du squelette de la terre arable.

Généralement on opère de la façon suivante : On traite le sol à étudier par une solution o,o5/N d'acide chlorhydrique qui déplace les bases échangeables pour leur substituer l'ion hydrogène.

Puis on déplace ensuite ces ions H fixés, par une solution titrée (1 à 0,5 normale) de chlorure de baryum.

Le degré de non saturation observé permet, en particulier, de déterminer les besoins en chaux du sol d'une façon plus exacte, semble-t-il, qu'avec les méthodes se basant sur la quantité de CaO absorbée par le sol mis en présence d'une solution de bicarbonate de calcium.

Bases échangeables et pouvoir tampon. — Nous allons d'abord brièvement rappeler ce que l'on entend par pouvoir tampon du sol.

Si l'on ajoute à différents sols ayant même réaction une solution alcaline ou acide, les variations de réactions que subissent ces sols ne sont pas identiques.

Par exemple, mettons différentes terres de même Ph 8 en présence d'une solution N/10 d'acide chlorhydrique.

Il semble qu'au bout d'un temps déterminé,

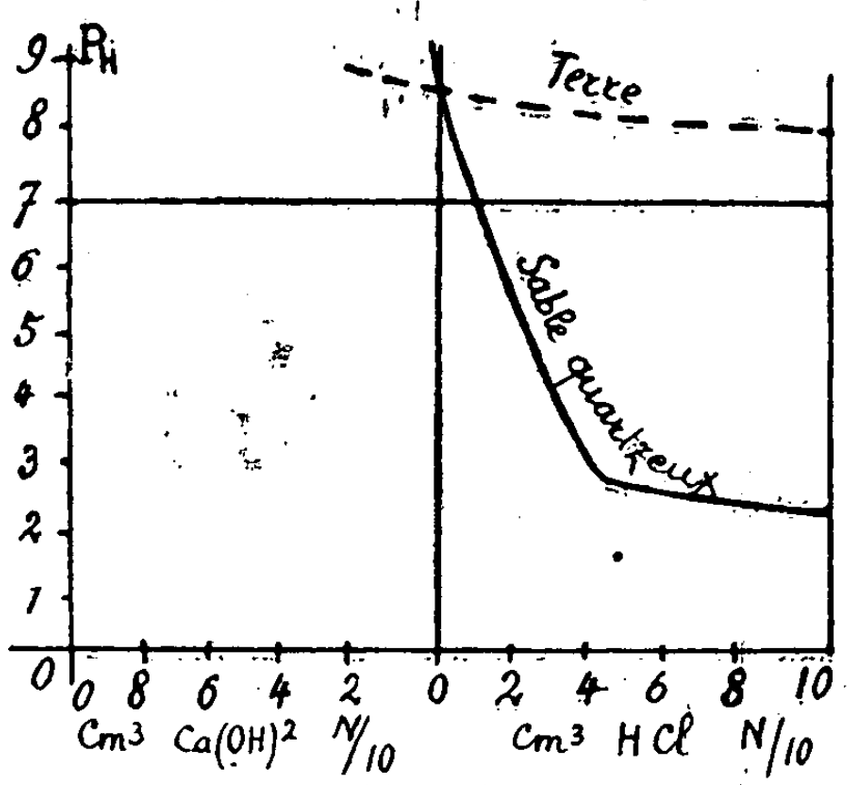


Fig. 116.

l'équilibre étant établi, toutes les terres auront de nouveau un Ph identique, par exemple 6. Or, il n'en est rien, nous trouvons des Ph 7,3 ; 7 ; 6,8, etc.

Certaines terres ont « résisté » plus ou moins à l'acidification : on dit qu'elles possèdent un *pouvoir tampon* ou coussinet (allemand : puffer, anglais : buffer, italien : cuscinetto).

On peut mettre encore ce fait en évidence de la façon suivante. En ajoutant la même quantité d'acide ou de base dans un milieu dépourvu de l'action tampon (sable quartzeux) et dans un sol quelconque on a des courbes d'allures différentes.

Ainsi, la fig. 116 montre la différence entre la variation du Ph du sable quartzeux et d'une terre alcaline quand on ajoute dans 100 cm³ d'eau, mélangés à 10 gr. de terre, de 0 à 10 cm³ d'acide chlorhydrique décinormal.

La fig. 117 représente dans les mêmes conditions la variation d'une terre alcaline à laquelle on ajoute de 0 à 10 cm³ d'hydrate de chaux N/10.

Il existe donc dans les sols une quantité variable de substances s'opposant à la variation du Ph. Cette action tend à maintenir fixe la réaction du sol en atténuant ou supprimant toute cause ayant tendance à faire varier la concentration en ions hydrogènes.

Il est probable que ce pouvoir tampon est dû en majeure partie à la neutralisation des radicaux hydrogène ou hydroxyliques non ionisés (c'est-à-dire n'ayant pas d'action sur l'acidité ou l'alcalinité « actuelle » mesurées par le Ph) remplaçables par les radicaux basiques ou acides.

Lorsqu'on ajoute, par exemple, une solution basique à un sol acide, la base libre ajoutée sature les radicaux hydrogène non ionisés, et par conséquent ne change pas la réaction du sol. Ce n'est que lorsque tous ces radicaux sont neutralisés que la base en excès a une action sur les hydrogènes libres, et détermine alors une diminution de l'acidité en les saturant.

Arrhénius propose de mesurer ce pouvoir tampon de la façon suivante : A 5 gr. de terre dont on connaît le Ph on ajoute 1, 2, 5, 10 cm³, etc., d'une solution décinormale de base ou d'acide. On complète avec de l'eau, on agite, on filtre et on mesure colorimétriquement ou électrométriquement le nouveau Ph. La variation indique la valeur de l'effet tampon.

Les bases échangeables du sol sont déplaçables par les ions hydrogène, par exemple par ceux d'une solution 0,05/N d'acide chlorhydrique, comme nous l'avons vu.

Elles augmentent donc le pouvoir tampon des sols vis-à-vis des acides et contribuent indirectement à la fertilité en retardant l'acidification

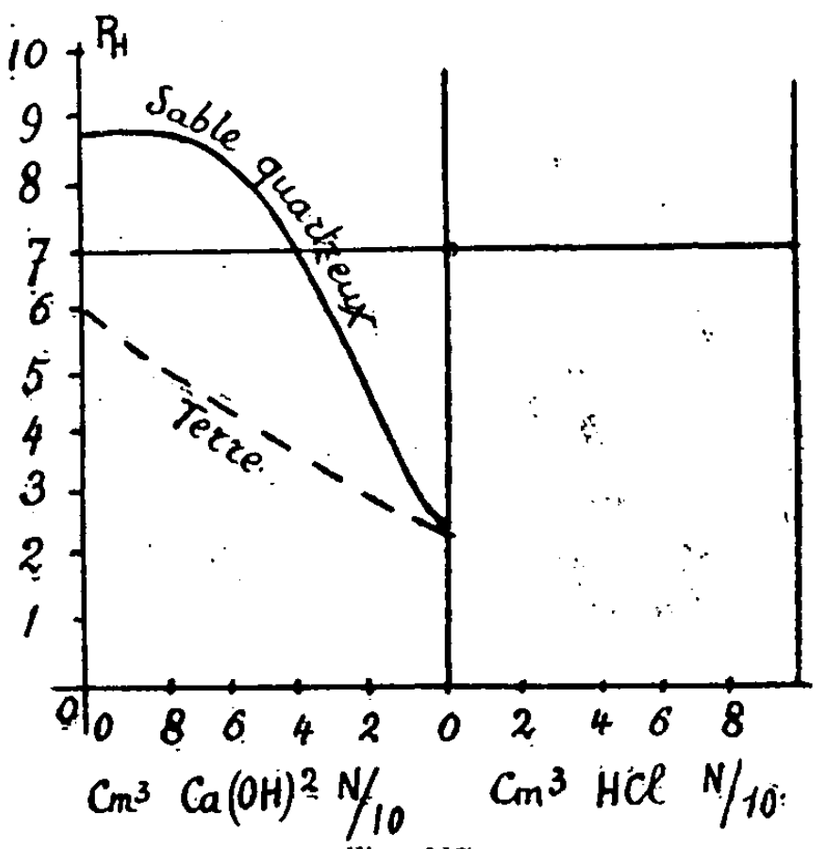


Fig 117.

des terres arables, acidification néfaste à la végétation.

Conclusions. — Des études entreprises sur les bases échangeables du sol on peut tirer, dès à présent, les conclusions suivantes :

1° La présence de bases échangeables, soit par absorption, soit par adsorption, est étroitement liée à la présence des colloïdes minéraux dans le sol et en particulier des silicates zéolithiques.

2° Ces bases sont déplaçables par l'ion hydro-

gène libre et les ions H ainsi fixés peuvent à leur tour être remplacés par un autre cation.

3° L'action dissolvante et décomposante de l'eau sur les complexes adsorbants est beaucoup plus grande dans un sol saturé d'hydrogène que dans un sol saturé de bases.

4° L'eau atmosphérique déplace peu à peu, grâce à son hydrogène, les bases échangeables du sol, mais cette substitution est empêchée en partie par la présence de Ca et Mg solubles (d'où nécessité du chaulage à ce point de vue).

5° Les bases échangeables, étant donné la facilité avec laquelle elles sont remplacées par l'ion hydrogène, augmentent considérablement le pouvoir tampon des sols.

6° La nature des bases absorbées influe sur la composition mécanique des sols.

D'après GEDROIZ, le sol contenant comme bases adsorbées Ca et Mg ne renferme presqu'aucune particule colloïdale ($\leqslant$0,25 micron). Si l'on substitue à ces bases H, K, NH^4 ou Na, le nombre de particules colloïdales augmente dans l'ordre indiqué. L'apport de Ba, Al ou Fe diminue au contraire le nombre de ces particules.

7° L'absorption et le déplacement des bases échangeables dépend en partie du degré d'hydrolyse du sel en solution ajouté à la terre arable.

P. BOISCHOT,
Ingénieur Agronome,
Préparateur de chimie agricole
à l'Institut National Agronomique.

BIBLIOGRAPHIE

G. ANDRÉ. — Chimie agricole. *Chimie du sol*. T. II, Paris 1921.
COMBER. — *Trans. Faraday Soc.*, XX, p. 567, 1925.
A. DEMOLON. — Thèse : *Recherches physico-chimiques sur la terre à brique*. Paris, 1926.
DULEY. — *Soil Science*, XVIII, p. 213-228, 1924.
GANSSEN. — *Mitteilung aus den Labo. der Preus. Geolog.* Landesantalt, Berlin, 1922.
GEDROIZ. — *Journal f. experim. Agronom.*, 1924.
HAGER. — *Zeitsch. f. Pflanzenährung und Düngung*, II, page 292, 1923.
HISSINK. — *Zeitsch. f. Pflanz. u. Düngung*, 4 Jahrg., p. 137, 1925.
JONES C. P. — *Soil Science*, XVII, n° 3, pp. 255-273, 1924.
ROBINSON P. W. et WILLIAMS R. — *Trans. Faraday Soc.*, XX, p. 586, 1925.
SWANSON. — *Journal Agric. Research.*, XXVI, n° 3, pp. 83-123, 1923.
FORNBORJ JENSEN. — *Tidskrift for Planteavl* v. 30, n° 4. pp. 565-585, Copenhague.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Mars 1927). — *Théorie des Nombres.* M. *M. Potron*, se pose un problème relatif à la formation et à l'énumération de certaines combinaisons d'entiers. Il le résout en introduisant des polynomes auxiliaires.

Théorie des fonctions. Supposons que les rayons de convergence de $\sum_0^\infty a_k x^k$ et $\sum_0^\infty b_k x^k$ soient respectivement égal et supérieur à 1 ; soit $f_n(x) = \sum_0^\infty a_k x^k$. Généralisant un théorème de Jentzsch, M. *Julius Wolff* montre que tout cercle de centre $x = 1$ contient pour une infinité de valeurs de n une racine de $f_n(x)\ b_n$ à son intérieur.

Analyse. 1. Soit $x = 1$, un point singulier situé sur le cercle de convergence $|z| = 1$ d'une série $f(z)$. Si $f(z)$ est régulière en tous les points intérieurs à une circonférence assez petite de centre 1, et extérieurs à l'axe réel, M. *G. Polya* dit que $z = 1$ est *semi-isolé;* il est *isolé* si l'on peut franchir les points réels > 1 par prolongement analytique d'un certain côté. Cela étant, l'Auteur démontre l'important théorème suivant : si $z = 1$ est l'unique singularité sur le cercle de convergence commun de $\Sigma a_n z^n$ et de $\Sigma b^n z^n$, s'il est semi isolé pour la première série et isolé pour la seconde, il sera effectivement singulier pour $\Sigma a_n\ b_n\ z_e$.

2. M. *P. Tzitzéica* montre qu'un récent résultat de M. Segre permet d'interpréter géométriquement d'une manière simple une transformation due à M. Bompiani et analogue à celle de Laplace.

3. M. *Georges Bouligand* indique une méthode élémentaire confirmant dans des cas étendus l'exactitude du principe des singularités positives de Picard ; entre autres résultats importants de la méthode, citons le suivant : les lignes de gradient de la fonction de Green aboutissent presque partout à des points-limites uniques de la frontière, — et notamment aux points où le principe de Picard est vrai.

4. Soit $f_1(z)$ une fonction continue, croissante et infinie avec x. *M. Paul Lévy*, généralisant ses recherches sur l'exponentielle, envisage la fonction $f_n(x)$ telle que $f_{p+q}(x) = f_p[f_q(x)]$, et que $f_1(x) = f(x)$. Le problème peut être précisé par des conditions de régularité ; et sa solution fournit peut-être une échelle complète de croissance, au sens introduit par l'Auteur.

5. Reprenant l'équation fonctionnelle qu'il a récemment étudiée, M. *D.-V. Jonesco* démontre à son sujet des théorèmes d'existence correspondant aux conditions de M. Goursat. Les résultats s'étendent aux équations :

$$\frac{\delta^2 z}{\delta x \delta y} = \int\int \left[a z(s,t) + b \frac{\delta z}{\delta s} + c \frac{\delta z}{\delta t} \right] ds\, dt + f(x, y)$$

a, b, c dépendant de x, y, s, t et le domaine d'intégration variant avec (x, y).

6. Par une méthode qu'il a déjà employée pour l'équation de Mathieu, M. *Pierre Humbert* obtient des équations nouvelles qui généralisent l'équation de Lamé. Pour certaines valeurs des constantes, l'équation admet pour solution un polynome en pu multiplié par un, deux ou trois des radicaux $\sqrt{pu - ei}$

7. M. *Octave Onicescu* étudie la représentation des fonctions par des intégrales telles que $\int \lambda(P)\, \varphi(M;P)\, dP$;

le champ d'intégration doit être telle que les $\varphi(M,P)$, considérées comme fonctions de M y soient linéairement indépendantes et puissent servir à exprimer linéairement $\varphi(M,P_1)$ si P_1 n'appartient pas au champ précédent.

8. A l'aide de la théorie de l'intégrale de Fourier, M. *Norbert Wiener* démontre à nouveau les théorèmes de Tauber [tels que $\lim_{x\to 1-0} \sum^{\infty} a_n x^n = A$ pour $\sum^{\infty} a_n x^n = A$ et $a_n = 0\left(\frac{1}{n}\right)$] L'intérêt de la méthode est de ne pas exiger la connaissance de la formule asymptotique du nombre des nombres premiers inférieurs à n : on se trouve ainsi avoir établi la formule sans rien savoir de la croissance de la fonction zéta.

Géométrie. 1. *M. Paul Alexandroff* démontre un théorème très général d'Analysis situs, qui comprend comme cas particuliers les théorèmes de Phragmén-Brouwer et d'Urysohn.

2. M. *Beniamino Segre* envisage les surfaces du 3e ordre qui coupent une surface donnée S suivant une courbe ayant pour point quintuple un point donné de S : elles coupent le plan tangent à S en O suivant une courbe T du 3e ordre; l'introduction de T permet de caractériser très simplement le voisinage projectif de O sur la surface et d'obtenir à ce propos des résultats nouveaux.

Géométrie infinitésimale. 1. M. *Jacques* obtient des formules qui permettent, notamment de déduire d'une solution de l'équation des surfaces à courbure totale constante un réseau M et inversement.

2. Poursuivant ses recherches sur les ds^2 de Liouville à géodésiques fermées, M. *Bertrand Gambier* forme à l'aide de la fonction pu un ds^2 permettant de réaliser des surfaces annulaires à géodésiques fermées; dans un cas particulier, il existe sur la surface ∞^2 géodésiques fermées à antipodes et ∞^2 sans antipodes. Il serait intéressant de rechercher s'il existe des surfaces fermées en admettant ce ds^2.

Balistique. Dans un travail antérieur, M. *Ernest Esclangon* a étudié un mouvement de précession des projectiles dont il discute actuellement la stabilité. Il existe, pour l'axe du projectile deux zones de stabilité séparées par une zone d'instabilité dont la présence permet d'expliquer certaines anomalies du tir.

Mécanique. A propos du mouvement des projectiles, M. *Sugot* compare ses résultats avec ceux de M. de Sparre, et il fait remarquer, que, malgré leur simplicité, ses formules concordent très exactement avec les courbes récemment enregistrées en Angleterre.

Hydrodynamique. M. *D. Riabouchinsky* étudie la déformation d'une cavité, primitivement sphérique, se propageant dans un liquide pesant, et de rayon petit par rapport à sa distance à la surface du liquide. Elle tend à devenir concave par le bas. L'auteur envisage également deux cas de cavitations produites par le déplacement d'un solide.

2. M. *R. Mazet* étudie l'écoulement d'un liquide, par jet, à travers un orifice circulaire de rayon variable; pour obtenir le prolongement du potentiel des vitesses en dehors du récipient il utilise une formule due à Poisson.

Aérodynamique. Par une méthode analogue à celle de M. Caldonazzo, M. *E. Carafoli* obtient l'expression du potentiel complexe du mouvement plan autour d'une plaque tournante, dont la longueur est infinie et perpendiculaire au plan du mouvement.

Astronomie physique. Moyennant des hypothèses très générales sur les surfaces d'égale densité d'une masse fluide hétérogène, M. *R. Wavre* obtient ce résultat remarquable : au voisinage du centre, les surfaces tendent vers la forme ellipsoïdale; dès lors, d'après un théorème récent de M. Dive, les surfaces d'égale densité ne sauraient être homothétiques.

Physique mathématique. 1. Précédemment M. *Raoul Ferrier* avait donné pour l'oscillateur de Planck des équations qui généralisent celles de Maxwell, mais n'entraînent l'intégrale première d'énergie que dans le cas de champs réguliers et nuls à l'infini. L'Auteur indique actuellement d'autres formules, satisfaisant à la condition d'énergie et qui expliquent pourquoi on ne constate pas d'émission de lumière elliptique.

2. M. *Nicolas Kryloff* montre que les méthodes qu'il a employées pour l'intégration approchée des équations différentielles s'appliquent à l'intégration des équations aux dérivées partielles; il indique par exemple l'équation de la plaque mince rectangulaire encastrée. L'évaluation de l'erreur commise est intéressante pour les applications.

3. M. *Léon Brillouin* développe une méthode statistique des quanta de lumière qui, moyennant une hypothèse très simple, permet de retrouver la règle des émissions spontanées ou provoquées et toutes les extensions de cette règle; *notamment*, elle fournit une valeur correcte pour le rayonnement noir.

4. Reprenant l'équation de quantification de L. de Broglie et E. Schrödinger, M. *Th. de Donder* en déduit que les systèmes moléculaires continus sont soumis à certaines lois statistiques. Réciproquement, les lois précédentes rombinées avec la Gravifique einsteinienne fournissent l'équation de quantification.

Calcul des probabilités. Pour l'étude du problème des épreuves répétées on peut construire des diagrammes de probabilité (qui, lorsque le nombre des épreuves n est très grand, tendent vers la courbe de la probabilité). M. *Beniamino Segre* donne des propriétés géométriques de deux diagrammes répondant à n et $n + 1$ épreuves.

René Garnier.

Astronomie

La nature et l'origine des comètes. — M. Fessenkoff expose dans *Scientia* (1-VII, 1926), sa conception sur la nature et l'origine des comètes.

La masse des comètes est absolument insignifiante; leurs orbites sont inclinées sur le plan de l'écliptique sous les angles les plus différents et le sens de leur mouvement est aussi souvent direct que rétrograde. Leurs excentricités sont excessivement voisines de l'unité. Tout cela montre que l'origine des comètes est entièrement différente de celle des planètes. Laplace pensait que les comètes sont absolument étrangères à notre système solaire. En réalité, la question de l'origine des comètes est étroitement liée à celle de leurs orbites. Les recherches de divers astronomes, notamment de E. Strömgren, ont conduit à ce résultat remarquable que toutes les comètes se meuvent suivant quelques orbites elliptiques très allongées; il semble que toutes décrivent des courbes fermées; la vitesse de leur mouvement n'est pas suffisante pour permettre de supposer qu'elles arrivent des espaces interstellaires.

L'origine des comètes peut être la suivante. Nous avons quelques raisons de penser que notre Soleil appartient à un essaim en mouvement dont les diverses unités se meuvent dans la même direction et avec la même vitesse. Les étoiles de cet essaim se sont formées par condensation de la matière météorique qui constituait la nébuleuse chaotique. Mais il est évident que les particules météoriques se trouvaient dans des conditions très différentes. Si, pour plus de simplicité, nous imaginons seulement deux condensations de masses égales, les particules météoriques qui se

trouveraient exactement entre elles seraient soumises à des attractions égales. En outre, il existe dans l'espace quelques autres points où la matière météorique persiste un certain temps et forme de petits agrégats. Tombant de ces « centres de libration » dans le système solaire, ils apparaissent dans ce domaine sous forme de comètes.

Si ce point de vue est exact, on peut s'attendre à ce que les comètes apparaissent de préférence venant de certaines régions du ciel. En fait, M. Pickering et A. Eddington ont montré que les directions des aphélies des comètes sont concentrées dans quelques régions privilégiées du ciel, bien que leur prédominance ne soit pas absolument nette.

« Ainsi, les comètes n'ont pas pris naissance dans notre système de la même manière que les planètes, elles ne sont pas non plus des voyageuses éternelles à travers les espaces interstellaires; elles ont pris naissance au milieu de la même nébuleuse chaotique qui a produit le Soleil et les étoiles avec lesquelles il est en relation, mais elles sont demeurées de très petits agrégats de matière météorique ».

A. Bc.

Physique du Globe

L'électron et la physique cosmique. — On trouve des électrons un peu partout dans l'Univers. Sur notre globe, la présence des corps radioactifs, l'action des rayons solaires sur les solides et les gaz, en produisent constamment. Le Soleil en émet en abondance. Ces électrons interviennent dans un grand nombre de phénomènes qui sont loin d'être tous connus ou parfaitement élucidés.

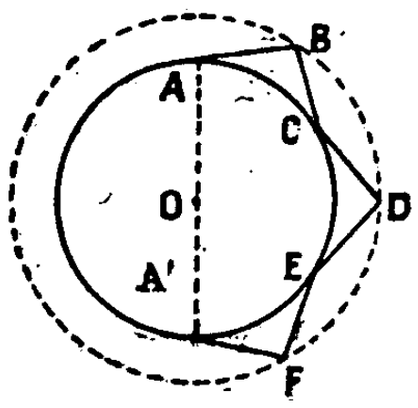


Fig. 118.

1. *L'ionisation de l'atmosphère.* — Un électroscope installé en un point de l'atmosphère et isolé se décharge toujours plus ou moins vite. L'air le plus pur n'est jamais un isolant parfait; il est ionisé. Si on en fait passer un volume connu dans un cylindre relié à un élestrocope, le cylindre capte les ions de signe contraire à sa charge et les feuiles de l'électroscope se rapprochent. En donnant au cylindre une charge positive, on peut ainsi déterminer le nombre d'ions négatifs contenus dans le volume d'air introduit et, par suite, le nombre d'ions par centimètre cube. En donnant au cylindre une charge négative on détermine, de la même manière, le nombre d'ions positifs par centimètre cube.

Le nombre d'ions varie beaucoup suivant les circonstances : très faible quand l'atmosphère est chargée de poussières ou de brouillard, il augmente quand le ciel est pur et le temps sec; il est généralement plus grand l'été que l'hiver, le jour que la nuit; il croît aussi avec l'altitude, tout au moins pendant les quelques kilomètres qui ont été explorés. L'ionisation semble atteindre son maximum dans une couche dont l'altitude est voisine de 50 kilomètres, région où, d'après les mesures faites par les observateurs norvégiens, doivent se produire les aurores boréales : la pression y est un peu inférieure à 1 millimètre de mercure.

Dans la basse atmosphère, par beau temps, un centimètre cube d'air contient environ 800 ions positifs et 680 ions négatifs. La Terre, se comportant comme un conducteur chargé négativement, repousse les ions négatifs et attire les ions positifs, d'où la plus grande proportion de ces derniers au voisinage du sol.

Ce double mouvement d'ions détermine la production d'un courant électrique dirigé vers le sol, soumis à des variations diurnes et à des variations saisonnières, mais dont on peut évaluer approximativement la densité moyenne à 3×10^{-16} ampère par centimètre carré, ce qui donne, pour la surface entière du globe, un courant d'environ 1.500 ampères. On s'explique encore très mal comment peut s'entretenir un tel courant, dans un sens toujours le même.

L'onisation de l'atmosphère peut tenir à diverses causes. Elle a été rattachée à l'action des émanations radioactives dont on a démontré la présence constante dans l'atmosphère. Ces émanations sont des gaz très lourds, qu'on doit, par suite, trouver en plus grande abondance au voisinage du sol : on s'explique ainsi la forte ionisation observée dans les caves et les grottes.

Une partie de l'ionisation atmosphérique peut être due à l'action des rayons γ très pénétrants produits par les diverses substances radioactives renfermées dans le sol.

Il faut encore faire intervenir l'action ionisante de la lumière solaire, très riche en radiations ultra-violettes, celle des électrons émis par le Soleil et celle d'un rayonnement cosmique extrêmement pénétrant, beaucoup plus pénétrant que les rayons γ les plus durs que l'on connaisse, produits sans doute par les transformations chimiques dont les étoiles sont le siège (Millikan).

Indiquons maintenant, très brièvement, comment l'ionisation de l'air permet d'interpréter l'électrisation négative du globe et la plupart des phénomènes électriques dont l'atmosphère est le siège.

Supposons que, par suite d'une cause refroidissante quelconque, la vapeur d'eau contenue dans un certain volume d'air soit amenée à une température inférieure au point de saturation. Si l'air est chargé de poussières, toute sursaturation est impossible, car les particules solides flottant dans l'air jouent le rôle de noyaux de condensation et deviennent chacune le centre d'une gouttelette liquide qui tombe lentement. Mais, lorsque les poussières ont été éliminées par ce mécanisme, c'est-à-dire lorsqu'elles ont provoqué la formation d'un premier nuage et été entraînées par sa chute, une sursaturation peut se produire. Si le degré de sursaturation augmente, les ions négatifs, qui sont les plus actifs, provoquent sur eux seuls la condensation de la vapeur d'eau, dès que le degré de sursaturation atteint une certaine valeur. Le nuage ainsi formé emporte une charge négative et la transmet au sol lorsqu'il se résout en pluie. La couche d'air où s'est produite la condensation conserve un excès d'ions positifs.

On attribue à la forte ionisation de la haute atmosphère, due aux électrons venus du Soleil ou à l'action de la lumière solaire contre les molécules gazeuses des particules de glace ou de petits cristaux d'azote solide, certaines particularités constatées dans la propagation des ondes hertziennes utilisées en T. S. F. Un gaz ionisé, par suite conducteur de l'électricité, joue le rôle d'un écran pour les ondes électriques. La réflexion par la couche ionisée de la haute atmosphère est, dans ses traits généraux, analogue à celle du son par les nuages, les fourrés, les rideaux, etc. Les ondes hertziennes émises par un poste puissant sont donc en partie réfléchies sur les couches élevées de l'atmosphère, renvoyées vers le sol qui les réfléchit à nouveau vers l'atmosphère, et ainsi de suite. Grâce à ces réflexions successives, on s'explique que les ondes puissent

suivre un trajet brisé tel que A B C D E F et atteindre, par exemple, le point A′, *antipode* du point A d'où elles sont parties, ainsi qu'on l'observe sur les ondes émises par des postes puissants.

L'ionisation de la haute atmosphère est surtout provoquée : 1° par le choc des électrons venus du Soleil ; 2° par l'action des rayons ultra-violets du Soleil. La deuxième de ces causes disparaissant la nuit, on conçoit que la couche ionisée soit beaucoup plus épaisse et descende beaucoup plus bas le jour que la nuit. Pendant le jour, les ondes hertziennes ne peuvent atteindre une station éloignée qu'après avoir subi entre le sol et la couche ionisée un grand nombre de réflexions qui les affaiblissent. La nuit, par suite de la plus grande altitude de la couche réfléchissante, le nombre des réflexions est bien moindre ; il se produit moins de pertes dans la propagation d'une station à une autre et la transmission des signaux est bien meilleure, ainsi qu'on l'a constaté dès l'utilisation pratique de la T.S.F. (1).

2. *Les aurores boréales.* — Le physicien norvégien Birkeland a eu l'idée d'attribuer les aurores boréales, ces magnifiques illuminations qu'on observe surtout dans les régions polaires et qui, d'après les mesures faites, semblent localisées dans la très haute atmosphère, à l'action d'électrons émanés du Soleil.

De très curieuses expériences lui firent concevoir que l'aimantation du globe terrestre devait faciliter la capture des électrons solaires. Disposant un pôle d'aimant au-dessous d'une ampoule de Crookes en activité, il constata que les rayons cathodiques convergeaient vers le pôle. Des rayons cathodiques bombardant un aimant sphérique donnent autour des pôles des bandes lumineuses qui rappellent les ceintures d'aurore sur la Terre.

La première expérience où le champ magnétique est dû à un seul pôle, a été complètement expliquée par H. Poincaré : les trajectoires cathodiques sont les lignes géodésiques d'un cône de révolution ayant le pôle pour sommet. Störmer s'est attaché à l'interprétation, beaucoup plus délicate, de la seconde expérience, déviation des rayons cathodiques par un aimant sphérique, et a pu ainsi retrouver un certain nombre de particularités des aurores boréales.

La lumière émise par l'aurore a été l'objet de nombreuses recherches. Son spectre comprend, entre autres lignes, une raie verte qu'on n'a pu pendant longtemps attribuer à aucun corps connu et qui pouvait faire soupçonner l'existence, dans la haute atmosphère, d'un nouvel élément chimique. Diverses considérations, sur lesquelles il n'y a pas lieu d'insister ici, ont conduit Végard à soupçonner l'existence, dans la haute atmosphère, de très fines poussières d'azote solide. Il a constaté que l'azote solide, bombardé par les rayons cathodiques, émet une vive phosphorescence dont la lumière renferme les principales raies de l'aurore et notamment, avec une grande intensité, la raie verte caractéristique.

Ces expériences ouvrent un champ très intéressant de recherches aux physiciens et aux astronomes. L'étude systématique du choc des électrons contre les divers gaz solidifiés pourra peut être permettre d'interpréter le spectre des nébuleuses, attribué jusqu'ici à la présence d'un gaz encore inconnu, le nébulium.

3. *Emission d'électrons par le Soleil.* — Le Soleil comme tout corps incandescent, émet des électrons qui semblent intervenir dans un grand nombre de phénomènes solaires ou terrestres.

En calculant les trajectoires des électrons émis par une sphère uniformément aimantée, Störmer a retrouvé les apparences que présentent les rayons coronaux qu'on observe pendant les éclipses totales de Soleil, aux époques d'activité minima.

Les tourbillons d'électrons, dans les mouvements cycloniques de l'atmosphère solaire qui semblent être l'origine des taches, déterminent la production de champs magnétiques intenses. Hale, par la considération de ces champs, a pu interpréter l'effet Zeeman que présentent les raies émises par les taches solaires. L'étude de cet effet Zeeman lui a fourni une évaluation approchée du champ magnétique existant dans les taches.

En un lieu donné, l'intensité et la direction du champ magnétique terrestre éprouvent des variations régulières : diurnes, annuelles, séculaires. On observe aussi très souvent des variations brusques et irrégulières. Ces perturbations, ou orages magnétiques, sont souvent accompagnées d'aurores polaires et de forts courants telluriques qui troublent les communications télégraphiques et téléphoniques.

Le nombre et l'intensité des orages magnétiques augmente généralement aux périodes d'activité des taches solaires. Plusieurs théories ont été proposées pour interpréter les relations existant entre les taches solaires, les orages magnétiques, les aurores polaires et les courants telluriques. Aucune n'est parfaitement satisfaisante. Toutefois les phénomènes terrestres observés sont généralement attribués à une recrudescence dans l'émission électronique du Soleil, que cette émission agisse directement, par l'accroissement du nombre ou de la vitesse des électrons qui frappent notre globe, ou qu'elle intervienne indirectement, par l'accroissement du champ magnétique qui existe dans les taches solaires.

A. Bc.

(1) D'après les calculs de Stormer, confirmés par les expériences de Birkeland, le nombre des électrons captés en une région du globe ne varie pas beaucoup, que la région soit tournée vers le Soleil ou soit à l'opposé. Ainsi le bombardement de la Terre par les électrons venus du Soleil et, par conséquent, l'ionisation de la haute atmosphère qui en résulte, ne varient pas beaucoup entre la nuit et le jour.

Spectrographie

Les distances interatomiques dans les cristaux. — La spectrographie par rayonnement X monochromatique de longueur d'onde connue, permet de situer les atomes dans un cristal donné. L'observation de séries de composés homologues a conduit W. L. Bragg à remarquer que, dans beaucoup de cas, la distance de deux atomes voisins peut se représenter approximativement par la somme de deux constantes. Il interprète le fait en regardant ces constantes comme les rayons respectifs de deux sphères tangentes correspondant aux domaines des atomes intéressés. Avec cette hypothèse, qui revient à assimiler tout cristal à un amoncellement de sphères accolées, W. L. Bragg parvient à la notion de « rayon atomique » ou de « rayon de combinaison ». Il spécifie bien, d'ailleurs, que cette longueur, toute fictive, est sans connexion aucune avec le rayon proprement dit de l'édifice atomique réel, sur lequel il se défend de rien préjuger.

A partir de ces considérations, W. L. Bragg avait calculé, dès 1920, un certain nombre de rayons de combinaison. En tenant compte de travaux exécutés depuis par divers expérimentateurs, il adopte à présent d'autres valeurs proposées d'abord par Wasastjerma (1). Ces valeurs

(1) *Philosophical Magazine*, juillet 1926.

rendent compte, non seulement de l'attraction entre anions et cathions, mais encore de la répulsion entre anions. Les cathions sont supérieurs de 0,7 angströms à ceux de l'ancienne liste de Bragg; la même différence, changée de signe, existe entre les anions correspondants. On trouvera, dans le tableau suivant, les rayons de combinaison d'un certain nombres d'atomes, exprimés en angströms ($1 Å = 10^{-8}$ cm.), avec l'indication de la valence des divers anions et cathions.

Rayons de combinaison.

Anions bivalents	Anions monovalents	Cathions monovalents	Cathions bivalents
O ——.....1,32 Å	F —.....1,33 Å	Na+ .....1,01 Å	Mg++.....0,72 Å
S ——.. ...1,69 Å	Cl—.....1,72 Å	K +.....1,30 Å	Ca++.....1,02 Å
Se——.....?	Br– .....1,92 Å	Rb+.....1,50 Å	Si	+.....1,20 Å
Te——.....?	I —.....2,19 Å	Cs +.....1,75 Å	Ba++.....1,40 Å

La liste peut se compléter d'autres ions. NH^{4+} et Tl^{+} se substituent à Rb^{+} avec une très petite modification de la structure atomique. Pb^{++} remplace Sr^{++} de manière analogue. Be^{++} et Al^{+++} sont de dimensions assez petites pour que l'attraction qui s'exerce entre ces métaux et les anions environnants soit négligeable devant la répulsion mutuelle des autres atomes. D'autre part, Fe^{++}, Co^{++}, Ni^{++}, Zn^{++} sont sensiblement équivalents à Mg.

On peut encore étendre ces résultats à des radicaux acides plus complexes, tels que CO^3——, NO^3——, ClO^4——, SO^4——, SiO^4= =. On a toujours observé, jusqu'ici, que dans les radicaux acides CO^3—— et NO^3——, les atomes d'oxygène se disposent avec symétrie aux sommets d'un triangle approximativement équilatéral. Pour les radicaux ClO^4——, SO^4——, SiO^4= =, les atomes d'oxygène occuperaient approximativement régulier.

Pour ces divers groupements, le tableau suivant fournit les distances entre atome d'oxygène, dans un certain nombre de composés.

Distances mutuelles des atomes d'oxygène.

Radical acide.	
CO^3— — NO^3— —	2,25 Å dans CO^3Ca et dans NO^3Na.
SO^4— — ClO^4— —	2,45 Å dans SO^4Ca, SO^4Ba, SO^4LiK, CO^4Rb.
SiO^4= =	2,55 Å à 2,7 Å dans SiO^4Mg^2.
	2,7 Å à 2,85 Å dans $Si^3O^{12}Ca^3Al^2$.

De groupe à groupe, les distances mutuelles des atomes d'oxygène sont très variables. Cependant on constate, en fait, que dans chaque cas, la loi d'additivité des rayons de combinaison donne de manière satisfaisante la distance comprise entre un atome d'oxygène et l'anion ou cathion avoisinant.

W. L. Bragg mentionne, sur les rayons atomiques, un certain nombre de travaux publiés, ces dernières années, par Lande, Fajans et Herzfeld, Sprangenberg, Grimm, Davey, Wickoff, Pease Wasastjerna, G. B. Brown et W. L. Bragg, Menger.

Il explique que sa tentative d'attribuer aux ions un domaine sphérique n'est qu'une approximation de travail, un moyen pour l'investigation des structures complexes. En attendant qu'une connaissance plus approfondie des champs de force interatomiques permette d'autres conclusions, W. L. Bragg ne considère pas qu'il soit à propos d'abandonner la conception des domaines atomiques, susceptible d'être d'un grand secours pour l'analyse cristalline, lorsqu'on en fait une application avisée, avec une connaissance exacte des limitations qu'elle comporte.

S. V.

Radioélectricité

Réception par cadre. — M. Mesny a étudié (*Bulletin de la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale*, juillet-août-septembre 1926) les conditions de la réception par cadre et son application à la radiogoniométrie.

1. On appelle *cadre* une grande bobine plate dont les plans des spires sont verticaux et qui peut tourner autour d'un axe vertical. Cette bobine est connectée aux bornes d'un condensateur qui forme avec elle un circuit oscillant que l'on accorde sur l'émission à recevoir.

On établit que la force électromotrice induite s'annule lorsque le plan du cadre est normal à la direction qui joint le centre du cadre à l'antenne émétrice et qu'elle est maxima lorsque le plan du cadre passe par la direction de cette antenne. On peut donc découvrir la direction d'un émetteur en faisant tourner un cadre auquel on a connecté un système d'écoute; il suffit de l'arrêter au moment où les signaux disparaissent. Pratiquement, il y a une zone d'extinction dont on prend la direction médiane.

2. Un cadre ne reçoit d'une onde qui passe qu'une très faible force électromotrice. L'antenne qui recevrait la même force électro-motrice que le cadre orienté au mxaimum aurait une hauteur :

$$h = \frac{2\pi S}{\Lambda}$$

S désignant la surface du cadre (somme totale de toutes les spires) et Λ la longueur de l'onde.

Cette valeur est très petite; elle est généralement voisine de 20 à 30 cm. pour les cadres de 2 à 3 m. de diamètre; elle descend à quelques centimètres seulement pour les cadres dont le diamètre est voisin de 1 m. et que l'on emploie le plus souvent aujourd'hui pour la radiogoniométrie.

Le cadre laisse un doute relativement au sens dans lequel se trouve l'émetteur : la direction n'est déterminée qu'à 180° près. Mais il est possible de supprimer cette incertitude en couplant le cadre avec une antenne qui reçoit, elle aussi, l'émission.

Les propriétés directives du cadre sont aussi employées en dehors de la radiogoniométrie pour obtenir des réceptions plus sélectives dans les régions brouillées; elles permettent, en particulier, de se débarrasser d'une émission puissante pour recevoir un poste faible quand les deux émissions ne se trouvent pas dans la même direction. Cette propriété est utilisée pour réaliser du travail en duplex entre deux stations qui peuvent alors émettre et recevoir simultanément, en écartant la réception et l'émission de quelques kilomètres seulement.

3. La radiogoniométrie a été, dès le début, utilisée à bord des navires pour déterminer leur position. On peut installer les radiogoniomètres à terre, le long des côtes; les navires appellent et passent un signal au moyen duquel on détermine leur azimut qui leur est communiqué par T. S. F. Mais il est beaucoup plus agréable et plus sûr pour un marin d'observer lui-même les éléments qui lui servent à faire le point; aussi a-t-on cherché de bonne heure à installer des radiogoniomètres sur les navires eux-mêmes. On a rencontré d'abord quelques difficultés provenant de l'encombrement des ponts par des superstructures de toute sorte, qui diffractent les ondes, faussent les azimuts et rendent les observations malaisées. On a ré-

connu cependant que, moyennant quelques précautions relatives à l'emplacement des appareils, les déviations étaient parfaitement régulières, comme celles des compas magnétiques; il suffit dès lors de connaître la courbe des déviations pour corriger les relèvements obtenus. La déviation maxima Δ est de 3 ou 4 degrés sur les petis navires; elle peut atteindre une douzaine de degrés sur les grands; cette déviation dépend beaucoup de l'emplacement choisi.

4. On a également essayé d'installer des radiogoniomètres à bord des aéronefs. Ici les difficultés sont plus grandes; la place manque et le brouillage produit par les magnétos des moteurs apporte un obstacle très grave à la réception sur cadre. Alors que l'antenne traînante reçoit, de l'onde qui passe, une force électromotrice importante, le cadre n'en reçoit qu'une très faible et comme il est tout près de la source de brouillage que constituent les magnétos, le rapport du brouillage aux signaux est beaucoup plus fort pour lui que pour l'antenne. On est cependant parvenu à vaincre la plupart des difficultés et on pratique aujourd'hui la radiogoniométrie à bord des avions.

5. En dehors de perturbations accidentelles dans la propagation des ondes, qui se produisent surtout au lever et au coucher du soleil, on peut compter que les relèvements s'obtiennent, en général, avec une approximation de 1 à 2 degrés; le nombre des erreurs égales ou supérieures à 3 degrés est seulement de 4 ou 5 p. 100. Il s'agit là, bien entendu, d'observations effectuées par des opérateurs exercés, avec des appareils bien établis et bien placés, soit à terre, soit sur un navire. Les erreurs sur les avions peuvent atteindre des valeurs plus élevées; un écart de 3 à 4 degrés n'y est pas rare.

6. On pourrait croire qu'un radiogoniomètre installé sur une hauteur est particulièrement bien placé en raison de son horizon dégagé. C'est une grave erreur; le meilleur emplacement est constitué par une plaine ou un plateau. La colline est le siège d'oscillations forcées qui produisent à leur tour un champ perturbateur; celui-ci agit sur le radiogoniomètre et fausse les relèvements.

La présence de montagnes ou de vallées sur le chemin des ondes peut occasionner aussi des déviations; mais celles-ci ne sont importantes que si ces accidents de terrain sont relativement près de l'observateur, ou parfois, de l'émetteur.

Un phénomène beaucoup plus importatnt, à tous points de vue, est celui produit par la nuit. Sur terre, quand la nuit tombe, il devient en général impossible d'obtenir des azimuts exacts; le plus souvent les extinctions de son, que l'on obtient normalement en orientant convenablement les cadres, disparaissent et sont remplacés par des minima plus ou moins flous. Les écarts avec les directions vraies atteignent alors facilement 10 ou 15 degrés, mais ils peuvent devenir beaucoup plus importants : il n'est pas exceptionnel, surtout avec les ondes de plusieurs milliers de kilomètres, d'observer des déviations de 40 à 50 degrés. Ces déviations sont les plus fréquentes quelque temps après le coucher du soleil et parfois un peu avant le lever; il arrive qu'elles changent d'amplitude avec une très grande rapidité.

Sur mer et pour les ondes de 600 à 1.000 m, employées pour la radiogoniométrie des navires, ces déviations de nuit n'existent pas ou du moins elles sont rares et peu importantes. Il est impossible de fixer des limites à ce sujet, mais l'auteur a constaté que les ondes devaient parcourir au moins 30 à 40 km. au-dessus de la terre pour être soumises aux effets de nuit. Ce sont là des circonstances heureuses, sans lesquelles la radiogoniométrie, si utile à la navigation, ne serait possible que de jour.

7. Des réseaux goniométriques ont été installés sur toutes les côtes et sont couramment utilisés. Actuellement, il existe surtout des radiogoniomètres chargés de relever les bâtiments qui les appellent et de leur passer leur azimut, mais on commence à installer aussi des radiophares, simples émetteurs envoyant des signaux déterminés à intervalles fixes destinés à être relevés par les navires munis de cadres. Les radiogoniomètres côtiers prennent leurs observations sur les ondes de 450, 600 et 800 m., les radiophares émettent sur l'onde de 1.000 m.

Depuis deux ou trois ans, on fait, de divers côtés, des essais avec des ondes extrêmement courtes de 3 à 6 m., qu'il est possible de diriger en faisceaux étroits au moyen de miroirs ou de réseaux. En faisant tourner ces faisceaux autour d'un axe vertical, on obtient l'analogue des phares lumineux tournants. En outre, un dispositif automatique émet d'une façon continue des signaux qui diffèrent suivant la direction dans laquelle se trouve le faisceau. Le navire qui écoute ces signaux peut donc déterminer son azimut par rapport au phare en notant celui d'entre eux qu'il a entendu le plus fortement. A. Bc.

Électricité

Les phénomènes électroniques à la surface des métaux. — Les phénomènes électroniques qui intéressent la surface des métaux ont fait l'objet d'une conférence de C. E. Mendenhall, de l'Université de Wisconsin, devant l'Institut Franklin (1) A l'occasion de certains de ces phénomènes, Mendenhall a exposé quelques travaux récents.

Il a considéré, d'abord, la force électromotrice de contact qui, jadis, fut mise en évidence de la manière la plus simple, par l'expérience classique de Kelvin. Deux métaux différents, par exemple le nickel et le cuivre d'abord mis à la terre, puis isolés, acquièrent des potentiels différents, ainsi qu'on peut le vérifier à l'électromètre. Entre le nickel et le cuivre, par définition, la force électromotrice de contact se mesure, en tenant compte du signe, par la différence de potentiel qui, appliquée entre le nickel et la terre, ramène l'électromètre au zéro.

Mendenhall envisage encore l'émission photoélectrique, propriété que possèdent les métaux d'émettre des électrons sous l'action d'une radiation à partir d'un certain seuil de fréquence. Il rappelle le travail de Richardson et Compton, qui les premiers, ont signalé une corrélation entre la force électromotrice de contact et l'émission photoélectrique. Le courant photoélectrique provoqué par une lumière de fréquence ν peut en effet être annulé par l'application d'une différence de potentiel retardatrice, dite potentiel d'arrêt. Le potentiel d'arrêt V_s satisfait à l'équation d'Einstein $V_s - V_e = h(\nu - \nu_0)$

V_e étant la force électromotrice de contact et ν_0 la limite de basse fréquence du métal, au-dessous de laquelle il ne manifeste pas d'activité photoélectrique insensible. $h = 6{,}55.10^{-27}$ est la constante universelle de Planck. Le potentiel d'arrêt représente l'énergie perdue par l'électron en franchissant la surface du métal; suivant Page et Millikan, il est le même pour tous les métaux.

En général, cependant, on ne peut trouver de corrélation simple entre les résultats des mesures de force électromotrice de contact et ceux des mesures de photoélectricité.

Shenstone a remarqué que le passage d'un courant élec-

(1) *Journal of the Franklin Institute*, Mars 1926.

trique altère les propriétés photoélectriques d'une surface métallique.

Dowling a étudié comment, dans un vide élevé, la force électromotrice de contact varie avec la température. Il a montré qu'on parvient à des variations de la force électromotrice, atteignant 1,5 volts, par chauffage inégal des deux métaux. Le métal le plus chaud devient plus électronégatif. Tandis que le nickel semble atteindre une condition limite, le cuivre a présenté encore de l'instabilité après 10 heures de séjour à 1000°. A certaines températures, on a observé sur le cuivre une cristallisation superficielle, phénomène qu'on n'est pas parvenu à relier aux variations de la force électromotrice de contact, sans doute parce que le recouvrement de la surface métallique par les cristaux n'était que partiel.

Dowling a étudié, en outre, ce que devient la force électromotrice de contact au passage de l'état solide à l'état liquide, en utilisant des métaux à point de fusion peu élevés, tels que l'étain. Les phases solide et liquide se différencient nettement, quant à la variation de la force électromotrice de contact avec la température, mais au point de fusion même, cette variation reste faible, inférieure à 0,005 volt.

Hallwachs, Send et Simon ont réussi par l'action d'un chauffage prolongé à dépouiller le platine de toute activité photoélectrique. Ils avaient primitivement conclu en attribuant cette propriété à la présence de gaz occlus. Mais en réalité, la disparition apparente de sensibilité qu'ils observaient, provenait d'un déplacement de la longueur d'onde limite vers l'ultra-violet, au-delà de l'intervalle des longueurs d'onde utilisables dans leur appareil.

La détermination de la longueur d'onde limite pour le platine exempt de gaz a donné lieu à de nombreux travaux. Mendenhall rapporte qu'il n'a pas réussi à apercevoir ce seuil, contrairement aux conclusions d'autres expérimentateurs.

Farnsworth a étudié le bombardement des surfaces métalliques par les électrons lents provenant de l'émission photoélectrique d'un autre métal. Pour tous les métaux examinés, préalablement purgés de gaz, à une température de 400° à 500° environ, le rapport du nombre des électrons secondaires à celui des électrons primaires reste le même.

La proportion des électrons secondaires croît avec la vitesse primaire, rapidement d'abord, plus lentement ensuite. Pour les vitesses primaires faibles, les électrons secondaires sont approximativement aussi rapides que les primaires. Lorsque les électrons primaires s'accélèrent, on trouve de plus en plus d'électrons secondaires lents. On diminue le nombre des électrons secondaires en maintenant la plaque réceptrice à température élevée. Tous ces phénomènes s'accompagnent, tant d'un dégagement gazeux que d'un changement de structure superficielle, et, suivant Mendenhall, c'est de superposition de ces deux effets que proviendraient, en grande partie, les difficultés d'interprétation.

S. V.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Métallurgie

L'amélioration du bronze par le traitement thermique. — On connait l'importance du traitement thermique dans la fabrication de l'acier, on ne pourrait arriver aux aciers indispensables dans une foule de pièces de machines si on n'avait développé ce procédé.

Dans le laminage ou l'étirage du bronze, on applique aujourd'hui d'habitude le recuit. On connaît le recuit du bronze depuis longtemps et des études minutieuses l'ont mis au point. Le traitement thermique des bronzes ayant pour but de produire une recristallisation développant une amélioration dans les propriétés physiques est un procédé hautement scientifique et aujourd'hui on le comprend parfaitement.

Beaucoup de métallurgistes aujourd'hui encore sont convaincus qu'un alliage ou un mélange donné de métaux non ferreux donnera des résultats avantageux dans un service déterminé quand sa composition chimique correspondra à une analyse déterminée. Cependant, le traitement thermique a une grande importance sur la structure cristalline de ces alliages et sur l'uniformité de leurs caractéristiques. Ce traitement thermique des bronzes est analogue à celui de l'acier, il comprend le chauffage à une température déterminée et la trempe, le réchauffage et le refroidissement.

Ce traitement des bronzes est bien plus délicat qu'on ne le suppose, il faut donc que les fonderies pour pouvoir produire des moulages de qualité bien uniforme, puissent disposer d'un laboratoire et d'un personnel bien au courant.

On a fait des études minutieuses sur les bronzes destinés à produire des coussinets s'usant peu et l'utilité de ces recherches devient tous les jours plus évidente. La plupart des bronzes voient leurs propriétés physiques augmenter par le traitement thermique, d'autres les voient parfois, mais rarement, baisser. Le bronze à 10 p. c. d'aluminium présente après recuit un grain particulièrement fin. On voit que la structure des cristaux est complètement changé.

Les modifications les plus intéressantes pour l'ingénieur sont celles des caractéristiques physiques indiquées dans le tableau ci-dessous pour des pièces coulées dans le sable avec et sans recuit. Ces valeurs sont réellement intéressantes :

	Coulée dans le sable	Coulée dans le sable et soumise à un traitement thermique
Résistance kgr. mm²	9,5 à 12	12,6 à 15
Limite d'élasticité kgr. mm².	1,6 à 1,8	6 à 6. 3.
Allongement o/o	15 à 25	4 à 10
Dureté Brinell	90 à 100	170 à 200

On peut varier énormément ces valeurs en variant le traitement thermique.

Ces derniers mois, on a encore apporté des perfectionnements dans le traitement thermique des bronzes, l'un de ces perfectionnements a trait à une méthode assurant une structure absolument uniforme dans des milliers de pièces indépendamment de leur forme ou de leur grandeur.

De nombreux ingénieurs n'apprécient aucunement l'importance de la grandeur des cristaux et de leur structure dans le bronze coulé. Mais si on leur fait voir que la différence entre un engrenage résistant bien à l'usure et un autre n'y résistant pas provient surtout de leur structure, de leur résistance et de la dureté de leurs cristaux, ils comprendront l'importance qu'il y a à les développer d'une façon raisonnée. Aujourd'hui, on applique régulièrement le procédé de vérifications de la structure cristalline des bronzes à une foule de pièces tels que les engrenages pour voitures automobiles, les coussinets soumis à une grande fatigue et aux vis sans fin en bronze. (*Iron Age*, 23-9-26).

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 25 avril 1927

THÉORIE DES FONCTIONS. — *A. Kovankô* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur l'intégration des suites de fonctions totalisables.**

THÉORIE DES PROBABILITÉS. — *Erhard Tornier* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur des propriétés des nombres premiers éclaircies par la théorie des probabilités dénombrables.**

— *Emile Borel.* — **Remarques sur la Note de M. Erhard Tornier.**

MÉCANIQUE. — *Louis Barbillion* (prés. par M. L. Lecornu). — **Sur la période propre des régulateurs directs.**

— *Haroutune Anjour* (transm. par M. G. Kœnigs). — **Sur une nouvelle méthode pour étudier le mouvement d'un corps solide.**

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Charles Frémont* (prés. par M. L. Lecornu). — **Cause de la formation de la coupelle à la cassure de certaines éprouvettes d'acier rompues à la traction.**

Les éprouvettes de certains aciers, rompues à la traction, présentent parfois au bord de la cassure une collerette formant coupelle dont la formation a été attribuée à une déformation du métal, se produisant dans des conditions particulières Or, l'auteur a constaté que la coupelle n'existe que sur les éprouvettes rompues après avoir présenté une striction; elle ne se voit jamais sur les métaux rompus sans striction et,à une grande réduction de section par striction correspond une grande collerette, et une petite collerette correspond à une petite réduction de section à la striction. M. Frémont démontre expérimentalement que la formation de la coupelle est liée, ainsi, à la genèse de la striction.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Maurice Hamy.* — **Sur la mesure des vitesses radicales des étoiles.**

Pour déterminer les vitesses radiales des étoiles, on se base sur la connaissance des déplacements linéaires des raies de leurs spectres photographiques, par rapport aux positions qu'elles occuperaient, sur les clichés, si ces astres restaient à distance constante de l'observateur. Une des méthodes de mesure employées consiste à relever, avec la vis micrométrique d'un comparateur approprié, les positions des raies stellaires et des raies de comparaison : on calcule, à l'aide d'une formule empirique les longueurs d'ondes approchées des raies stellaires. Toutefois, la méthode Hartmann, rend inutile la connaissance exacte des longueurs d'ondes des raies de comparaison d'origine terrestre et de celles des raies stellaires. Dans cette Note, M. Hamy étudie cette méthode et le dispositif qu'il a réalisé pour son application.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *P. David* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur la détection par lampe.**

Le rendement de la détection, pour tous les systèmes, commence par s'améliorer lorsque l'amplitude initiale U de l'onde porteuse ou de l'oscillation locale augmente. Puis ce rendement devient indépendant de U_1 : la courbe de détection présente une partie rectiligne, dans laquelle le courant détecté est rigoureusement proportionnel à l'amplitude des petites variations ΔU. Cete partie doit être utilisée systématiquement, pour avoir le maximum de sensibilité et le minimum de distorsion.

L'auteur a montré que la détection dans le superhétérodyne normal n'est pas, comme on le croit, et malgré la présence du condensateur shunté, une détection par la grille, mais en réalité une détection par la courbure de la caractéristique de la plaque.

PHYSIQUE. — *Mme L. François-Franck* (prés. par M. d'Arsonval). — **Dispositif pour la microphotographie et la microcinématographie biologiques.**

L'auteur décrit à l'aide de figures le dispositif faisant l'objet de cette Note et dans lequel toutes les ressources pouvant être fournies par la lumière se trouvent associées.

SPECTROSCOPIE. — *Georges Balasse* (transm. par M. A. Cotton). — **Décharge sans électrodes en ondes amorties et en ondes entretenues. Spectres continus du césium et du potassium.**

La vapeur de césium, à une température de 150° environ, donne un spectre comportant les raies d'étincelle (les raies d'arc ne sont que faiblement représentées). Lorsque la température s'élève, le spectre d'étincelle fait place progressivement au spectre d'arc; à partir de 200°, un spectre, localisé dans la région du tube la plus faiblement excitée, apparaît.

Les spectrogrammes obtenus à température croissance et pour des tensions variant jusqu'à 40.000 volts ont montré que, pour le césium : 1° le spectre continu acquiert son maximum d'intensité pour des conditions d'excitation telles que les spectres d'arc et d'étincelle existent simultanément avec une intensité comparable; 2° le spectre continu n'apparaît pas si le spectre d'étincelle existe seul; 3° le spectre continu n'apparaît pas si les raies d'étincelles ont disparu pour faire place aux raies d'arc.

L'auteur a observé sur les spectrogrammes présentant le sepctre continu la série $1\ s - md$, non compatible avec le principe de sélection.

La vapeur de potassium a donné, dans les mêmes conditions, un spectre continu analogue.

RADIOCHIMIE. — *Jean Perrin* et *Mlle Choucroun.* — **Rôle de l'induction moléculaire dans l'activation par choc.**

Les auteurs ont poursuivi leurs recherches sur la réaction de la glycérine et un corps fluorescent. L'étude de la concentration en glycérine a montré, pour les teneurs en glycérine 0,5, 0,1, 0,05, 0,02, des activités (quotient de la vitesse par la concentration) proportionnelles à 12, 12, 11 16. Pour des concentrations plus faibles, la vitesse de réaction décroissant sans cesse, une influence propre de la solution tampon devient prédominante.

Par conséquent, la loi d'action de masse est valable pour un corps activé seulement par voie thermique, même dans les limites de concentration où l'induction moléculaire réduit à coup sûr beaucoup la vie moyenne dans l'état excité.

THERMOCHIMIE. — *R. de Forcrand.* — **Recherches sur les carbonates thalleux.**

Les résultats montrent que pour les deux carbonates étudiés, le thallium, pris à l'état de métal et non plus à l'état de base, s'écarte absolument des métaux alcalins. C'est un métal lourd, analogue au plomb.

La chaleur de formation du carbonate neutre est, à partir des éléments, pour le zinc + 180, pour le cuivre + 143. Le plomb lui-même, donne dans ce cas, exactement le même nombre que le thallium : + 166 cal, 7, au lieu de + 167,17. La façon dont se comporte le thallium est donc tout à fait différente suivant qu'il agit à l'état de base ou à l'état de métal.

Les recherches faites en partant du thallium sous forme d'oxyde Tl^2O ou de sel ont montré qu'il vient se placer entre les métaux alcalins et alcalino-terreux et les métaux lourds bien après le potassium, avant le plomb ou le cuivre, lesquels fournissent des carbonates basiques, mais

non des carbonates acides. Le thallium est donc à la limite de ces deux groupes.

PHOTOCHIMIE. — *Emile Rousseau* (prés. par M. Guignard). — **Action photochimique de l'arc à vapeurs de mercure sur un liquide formolé recouvert d'huile d'olives.**

L'huile d'olives remplit le rôle d'écran absorbant les rayons ultraviolets, mais laisse filtrer la radiation photochimique inconnue signalée par l'auteur dans une note antérieure (*C. R.*, 184, 1927, p. 686).

Les chiffres indiqués permettent d'établir des courbes qui présentent, à des espaces horaires réguliers, des maxima et des minima. Les maxima sont l'expression graphique des effets photocatalytiques engendrés par l'ensemble des radiations (quartz) ou par la radiation photochimique inconnue (huile), alors qu'aux minima correspondent, au contraire, des effets photolytiques, par suite de la continuité de l'action radiante. Ces effets sont vraisemblablement dus à des phénomènes de reversibilité analogues à ceux qui ont été signalés par D. Berthelot avec H^2O^2 ou J. Pougnet avec $HgCl^2$.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Edmond Vellinger* (prés. par M. J. Perrin). — **Le pouvoir rotatoire de l'acide tartrique.**

Dans une Note précédente (*C. R.*, 183, 1926, p. 741), M. Vellinger avait montré que le pouvoir rotatoire des solutions d'acide tartrique de plus en plus diluées doit avoir pour limite supérieure celui du tartrate, ou plus exactement de l'anion tartrique. M. L. Longchambon a critiqué ces conclusions (*C. R.*, 183, 1926, p. 958).

Les nouvelles expériences faites par l'auteur paraissent établir que celles de M. L. Longchambon, consistant à chercher le pouvoir rotatoire limité des solutions d'acide tartrique de plus en plus diluées, même en utilisant des tubes d'une longueur inusitée, risquent d'être insuffisantes vis-à-vis du phénomène à atteindre. En effet, pour obtenir cette limite, il faudrait pouvoir préparer des solutions à une concentration telle que leur réaction fut voisine de la neutralité (pH = 5 à 6) un calcul simple montre, pour un tel pH, que la concentration de l'acide est déjà tellement faible que la mesure du pouvoir rotatoire devient impossible même avec des tubes de 10 m (pour pH = 5 cette concentration est déjà de l'ordre de 1 mg. par litre).

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *Const. A. Kténas.* — **Les enclaves en allogènes et les laves endomorphisées de Fouqué-Kaméni.**

Les enclaves en allogènes résultent de la transformation de calcaires argileux qui ont été arrachés à des gisements en place. Elles constituent des masses d'une couleur grise ou gris verdâtre et jaunâtre, tachetées de noir, dont le métamorphisme en *cornéennes calcaires* s'est effectué au sein de la matière ignée.

Les parties du magma volcanique endomorphisées par absorption des mêmes calcaires ont fourni des roches renfermant les minéraux ordinaires du magma, mais *associés à la wollastonite*. La proportion de matière amorphe y est très variable.

BOTANIQUE. — *G. Nicolas* (prés. par M. Molliard). — **Nouvelles observations biologiques sur *Fegatella conica* (L.) Corda.**

Un champignon siphoné contamine très fréquemment le thalle de *Fegatella* où il ne semble pas causer de dégâts; ce même champignon infecte aussi le sporogone dont il stérilise plus ou moins les spores. Sortant des spores, il pénètre dans les très jeunes thalles par les rhizoïdes lisses et c'est peut-être à sa présence dans l'intérieur des spores qu'il faut attribuer sa si grande fréquence dans les thalles de *Fegatella*.

— *G. Nadson* (prés. par M. Molliard). — **Les algues perforantes, leur distribution et leur rôle dans la nature.**

Les algues perforantes sont extrêmement répandues et se développent en immenses quantités dans les mers les plus variées depuis une époque très reculée. Elles perforent les substances calcaires de toutes sortes, depuis les délicats téguments calcaires des Bryozoaires et les tubes des Vers jusqu'aux roches calcaires les plus dures. Leur rôle dans la circulation du calcium et, à un certain point, dans celle du magnésium, est très important.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *René Souèges* (prés. par M. L. Guignard). — **Embryogénie des Légumineuses. Développement du proembryon chez le *Trifolium minus* Rehl.**

Cette espèce diffère, au point de vue du développement, de l'embryon, de toutes celles qui ont déjà été examinées. Toutefois, par la disposition tétraédrique des quadrants, par la formation d'une épiphyse aux dépens d'un de ces quadrants, le *T. minus* peut être comparé au *Geum urbanum* et à *l'Erodium cicutarium*. La différenciation immédiate de la cellule basale en un suspenseur *sensu stricto* rappelle le cas du *Sagina procumbeus*.

CRYPTOGAMIE. — *A. Sartory, R. Sartory* et *J. Meyer* (prés. par M. Guignard). — **Recherches sur les causes de l'apparition du périthèce chez l'*Aspergillus fumigatus* Fresenius.**

L'apparition du phénomène de la sexualité produit par le radium se manifeste à la zone limite acide de croissance occasionnée par l'introduction d'une électrolyte dans le milieu; elle est en intime relation avec la production d'enzymes et dépend d'un trouble apporté dans l'équilibre des membranes de Donnan ayant pour conséquence une diminution de la perméabilité cellulaire.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *R. Fosse* et *Mlle N. Rouchelmann* (prés. par M. Emile Roux). — **Action du foie broyé sur le cyanate d'ammonium.**

Le dosage de l'urée produite par une même quantité de cyanate d'ammonium, seul ou additionné de pulpe hépatique, accuse un déficit notable dans le mélange cyanate d'ammonium-foie.

Un volume déterminé de solution de cyanate qui, après 24 heures à l'étuve, produit 5 gr. 39 d'urée, n'en donne, dans les mêmes circonstances, que 2 gr. 34 lorsqu'il a été préalablement mêlé à 1 kilogr. de foie. 1 kilogramme de foie détourne de sa transformation normale en urée une quantité de cyanate supérieure à 3 gr. 05.

Un kilogramme de foie coagulé peut empêcher près de 5 grammes de cyanate d'ammonium de produire de l'urée.

P. Guérin.

Séance du 2 mai 1927.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Paul Appell.* — **Création d'un Institut de Biologie physico-chimique par M. Edmond de Rothschild.**

M. Appell annonce à l'Académie la donation de trente millions que vient de faire M. Edmond de Rotchschild pour la construction d'un Institut de Biologie physico-chimique. (Nous donnons plus loin, pages 317-318, la communication *in extenso* de M. Paul Appell).

ANALYSE. — *E. Cartan.* — **Sur la topologie des groupes continus simples réels.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *D. V. Widder* (prés. par M. Jacques Hadamard). — **Un théorème sur les séries de Dirichlet.**

— *J. J. Gergen* (prés. par M. Jacques Hadamard). — **Quelques théorèmes sur les séries de Taylor ayant des lacunes généralisées.**

HYDRODYNAMIQUE. — *André Charrueau* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur les surfaces d'équilibre relatif d'une masse liquide de révolution à tension superficielle, en rotation uniforme.**

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *R. Mesny* (prés. par M. A. Ferrié). — **Sur l'énergie rayonnée par les réseaux électromagnétiques.**

ÉLASTICITÉ EXPÉRIMENTALE. — *Mesnager* et *Veyrier*. **Détermination de la résistance d'un ouvrage sur un modèle réduit.**

Certains barrages construits pour la régularisation des cours d'eau ne semblent pas présenter toutes les garanties voulues de sécurité. L'auteur cherche le moyen de déterminer expérimentalement leur degré de sécurité. A cet effet, il propose une méthode qui consiste à employer un modèle semblable à l'ouvrage prévu, à remplacer l'eau par un liquide de densité plus élevée et la matière de l'ouvrage (en général du béton) par une autre moins résistante. On arrive ainsi, toutes les fois que le poids de l'ouvrage peut être considéré comme sans influence sensible sur la résistance (la méthode ne s'applique donc pas au barrage-poids) à réaliser un modèle, qui, à une échelle arbitraire, présente un coefficient de sécurité arbitraire par rapport à l'ouvrage à réaliser. Si ce modèle résiste à l'essai on est sûr que l'ouvrage prévu aura un coefficient de sécurité déterminé, facile à calculer.

ASTRONOMIE. — *Giacobini* (prés. par M. Deslandres). — **Sur la comète Paris-Winnecke.**

L'auteur signale la première observation nouvelle de cette comète faite à l'Equatorial de l'Est de l'Observatoire de Paris, le 22 avril 1927. La comète qui offre l'aspect d'une nébulosité elliptique doit passer très près de la Terre (distance le 26 juin 0,04).

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *R. Bureau* (prés. par M. G. Ferrié). — **Anomalies de longue durée dans la propagation des ondes courtes.**

La propagation des ondes comprises entre 20 m. et 115 m. de longueur d'onde a fait l'objet, de la part de l'auteur, de recherches antérieures qui l'ont conduit à signaler en 1926 une loi régulière qui, dans l'ensemble, régit cette propagation, loi qu'il résume ainsi : l'intensité de réception d'une onde de longueur λ à une distance d présente deux minima : l'un vers midi qui s'affirme quand λ et d augmentent et l'autre vert minuit qui est d'autant plus marqué que λ et d diminuent (si d est assez fort pour que l'onde directe n'agisse pas) l'un ou l'autre de ces minima peut s'atténuer et presque disparaître pour des couples convenables des valeurs d et λ on peut donc avoir pour chaque distance des ondes se propageant le jour et non la nuit. Dans cette Note l'auteur étudie les anomalies qui viennent troubler la loi qu'il a énoncée.

ÉLECTRICITÉ. — *Armand de Gramont* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur un gyroscope alimenté en courant alternatif par ses axes de suspension.**

Pour alimenter un gyroscope qui doit tourner à grande vitesse, on utilise habituellement un courant triphasé qui est envoyé à un stator central entouré par un rotor à cage d'écureuil. Cette méthode présente certains inconvénients auxquels l'auteur cherche à obvier par l'emploi d'un dispositif permettant d'alimenter le gyroscope par les axes d'oscillations de son support : il emploie à cet effet un groupe électrogène produisant du courant alternatif monophasé et il transforme ce courant en biphasé ou en triphasé dans le stator lui-même.

On arrive ainsi, à faire tourner, à la pression atmosphérique, un tore de 80 mm. de diamètre, pesant environ 800 gr. à des vitesses qui atteignent 32.000 tours à la minute.

PHYSIQUE. — *Henri-George* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur deux qualités de verre de silice.**

Dans la préparation du verre de silice par fusion à 1800° de sable siliceux pur, dans un four électrique, les vapeurs de silicium qui se dégagent au-desous de 1600°, se répandent dans la masse de sable sec. Comme ce verre, pour être de bonne qualité, ne doit pas contenir de silicium libre, on a cherché à empêcher le contact des vapeurs avec le sable, soit en entourant l'électrode avec un tube de silice fondue, soit en utilisant des électrodes tubulaires ajourées qui permettent l'évacuation des gaz (procédé A). On peut aussi laisser les vapeurs se répandre dans la charge, mais à condition d'assurer leur oxydation (procédé B). On peut, avec chacun de ces procédés, obtenir de très bons produits, d'identité chimique absolue, mais qui ont des propriétés très différentes. Ainsi les produits B sont plus compacts que les produits A ; ils ont une meilleure résistance mécanique, se travaillent mieux et leurs propriétés électriques sont également meilleures. Par contre les produits A leur sont supérieurs au point de vue thermique.

SPECTROSCOPIE. — *Josef Mikulas Mohr* (prés. par M. H. Deslandres). — **Sur la relation entre les classes de raies déterminées par la température et les groupes de raies déterminées par la pression.**

L'auteur a voulu montrer la véritable relation entre les groupes de pression des raies du fer et les classes de températures de King. Il a été conduit, de la relation entre les classes et les groupes, à cette déduction, que puisque les raies des hautes classes ont de grands déplacements, dus à la pression, on peut penser que les raies de grandes longueurs d'onde d'un même groupe n'appartiennent pas à la même classe que les raies de petites longueurs d'onde de ce groupe. La comparaison a été faite sur les raies du fer : elle montre que dans chacun des quatre premiers groupes de Gale et Adams, la classe de King croît avec la longueur d'onde des raies.

— *F. Groze* et *J. Gilles* (prés. par M. Catton). — **Sur la structure du spectre de second ordre de l'azote.**

Les résultats sont exposés dans deux tableaux.

— *C. Mihul* (prés. par M. Catton). — **Sur les configurations électroniques correspondant à l'émission du troisième ordre de l'oxygène.**

Les résultats sont exposés dans un tableau.

— *M. Lambrey* et *D. Chalonge* (prés. par M. Catton). — **Sur l'emploi de la décharge dans l'hydrogène comme source de spectre continu dans l'ultraviolet.**

Les auteurs ont réalisé un tube à hydrogène d'un fonctionnement régulier et émettant un spectre continu intense. La lampe se compose d'un tube de verre de 3 m/m. de diamètre intérieur et de 12 à 15 cm. de long, terminé par deux ampoules plus larges contenant les électrodes et dont l'une est fermée par une fenêtre de quartz permettant d'observer suivant l'axe du tube. Au moyen d'un osmo-régulateur, on remplit d'hydrogène, sous la pression d'environ 2 mm. 5, ce tube préalablement vidé avec soin, ainsi qu'un récipient d'environ 1 litre avec lequel il communique et dont le rôle est d'atténuer la diminution de pression qui se produit peu à peu quand la décharge passe. Lorsqu'on applique entre les électrodes une tension de 2.000 à 3.000 volts, le tube est traversé par un courant de 15 à 30 milliampères et s'illumine très vivement émettant une lumière bleutée intense. Le spectre de cette lumière est absolument continu depuis le rouge où il commence jusqu'à 1850 Å et se prolonge vraisemblablement avec une intensité très notable dans la région de Shumann.

POLARIMÉTRIE. — *P. Gabiano* (prés. par M. Cotton). — **Sur les cuprotartratres alcalins.**

L'étude du tartrate de cuivre montre que ce sel est un composé défini, peu soluble dans l'eau. Son pouvoir rotatoire spécifique mesuré sur la solution dans l'acide tartrique, la concentration étant rapportée à TCu, 3 H^2O a été trouvé :

$$[\alpha]_V = 296°2; \qquad [\alpha]_1 = 339°6.$$

Deux tartrates cuproalcalins ont été étudiés : le sel d'ammoniaque et le sel de soude.

Le sel d'ammoniaque a comme pouvoir rotatoire :

$[\alpha]_1 = 189°6$ et aurait donc pour formule TCu NH^4H^2O.

Le sel de soude a comme pouvoir rotatoire $[\alpha]_1 = 172°3$ et sa formule serait TCuNa, 2 H^2O.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Lecomte du Noüy* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur une anomalie dans la vitesse d'évaporation de solution d'oléate de soude et de digitonine aux dilutions élevées.**

Les solutions les plus diluées s'évaporent plus lentement que les plus concentrées, 69 et 73 minutes au lieu de 40 et 44 minutes); l'explication en est que, lorsque des solutions à grandes dilutions s'évaporent, leur concentration augmente progressivement et, à un moment donné, une couche molaire peut se former. A partir de ce moment, la vitesse d'évaporation diminue.

Dans la région qui correspond aux concentrations critiques (1 : 750.000) caractérisées par une tension superficielle statique minima, le retard de deux heures qui se produit semble fournir un argument important à l'appui de l'hypothèse de l'existence de couche monomoléculaire à ces concentrations. Le même phénomène s'observe avec la digitonine pure cristallisée comme avec l'oléate de soude, mais le retard maximum a lieu, pour la première, à une concentration de 1 : 240.000.

— *F. Bourion* et *E. Rouyer* (prés. par M. G. Urbain). — **Constante ébullioscopique des solutions aqueuses de chlorure de potassium et équilibres moléculaires de la résorcine dans ce milieu.**

Le rôle ébullioscopique des solutions de ClK ne saurait s'interpréter en admettant que le ClK et la résorcine coexistant en une solution obéissent séparément à la loi de Van't Hoff, car l'application des principes de la thermodynamique conduit à retrouver pour les solutions ClK sensiblement la constante ébullioscopique de l'eau. On peut trouver une explication acceptable des faits dans la combinaison du sel (molécules ou ions) avec l'eau (solvats). Le comportement ébullioscopique des solutions de sel neutre comme ClK doit être rapproché de l'influence des sels neutres sur un grand nombre de phénomènes.

— *P. Job.* (prés. par M. G. Urbain). — **Substitution de l'éthylène diamine à l'ammoniac dans les complexes en solutions.**

L'auteur a montré que l'ion cupritétrammonique suit la règle générale : une molécule d'éthylène diamine s'y substitue à deux molécules d'ammoniac. Toutefois, à l'ion $Ag\,(NH^3)^2|+$ correspond, dans les mêmes conditions, un ion $|Agen^2|+$, où l'ammoniac est remplacé par l'éthylènediamine molécule par molécule. Etudiant cette anomalie, l'auteur a été conduit à rechercher si les sels thalleux donnent en solutions des complexes ammoniés. Comme conclusion il pense que l'on peut considérer comme démontrée l'existence en solution des ions thallo-monoammonique et monoéthylènediaminique. Contrairement à la règle habituelle, et comme dans le cas de l'argent, l'éthylènediamine y remplace l'ammoniac molécule pour molécule.

— *A. Andant* (prés. par M. Cotton). — **Application de la spectrographie de fluorescence à l'examen des composés organiques.**

Dans le but d'obtenir directement des courbes caractéristiques de la fluorescence par la spectrographie et l'enregistrement microphotographique, l'auteur a imaginé un dispositif consistant en une cuve parallélépipédique étroite, en quartz, à double fond que l'on place contre la fente d'un spectrographe. Dans la partie inférieure de la cuve, on met un liquide pur ou solution type; dans la partie supérieure, le liquide à étudier. Avec un prisme de quartz, on peut amener l'image monochromatique de la fente du séparateur dans le plan passant par la fente et l'axe du spectrographe, sur la face interne de la paroi latérale de la cuve et tout près d'un angle. La fente du spectrographe reçoit ainsi la lumière de fluorescence sans qu'elle soit absorbée par une couche de liquide non éclairée. La source lumineuse est un arc à mercure en quartz à grand éclat et on emploie un séparateur de radiations en quartz pour isoler la radiation excitatrice, même quand il s'agit de la raie 3652. L'application de ce dispositif à l'étude de paraffines et d'huiles a mis en évidence la nécessité de la photographie pour l'étude de la fluorescence.

— *Jaan Bouldoires* (prés. par M. Léon Guillet). — **Transformations subies par les bronzes d'aluminium.**

L'auteur a poursuivi ses recherches sur le bronze d'aluminium à 87 p. 100 de cuivre et a observé quelques nouveaux points intéressants, notamment :

Au chauffage. — La température a été portée de 20° à 800° en 2 heures 45 minutes. Très forte anomalie avec absorption de chaleur vers 325°, puis anomalies d'importance beaucoup moindre à 500°, 550°, 775°.

Au refroidissement. — 1° A l'air libre en 4 minutes 10 secondes : changement de direction de la courbe vers 500°. 2° Sous un jet d'air comprimé, en 1 minute 45 secondes : très forte anomalie avec dégagement de chaleur vers 125°-150°.

Thermo-électricité. — 1° Après trempe à l'eau : les valeurs des forces électromotrices ont présenté une très forte diminution entre des trempes à 530° et 600°. 2° Après trempe et revenus : après trempe à 600° on note un maximum pour des revenus à 500-530°, puis chute brusque à 600°.

CHIMIE ORGANIQUE ET THÉRAPEUTIQUE. — *G. Gilta* **L'isomérie de l'acide *p*-hydroxyphénylarsinique.**

Les deux méthodes généralement employées pour la préparation de cet acide donnent des composés qui, isolés sans passer par les sels, sont différents au point de vue cristallographique, et on pouvait supposer que ces deux formes constituaient un cas de polymorphisme, mais certaines de leurs propriétés tendraient à faire admettre l'existence de deux isomères. Un cas d'isomérie analogue se présente pour l'acide 3-méthyl-4-hydroxyphényl-arsinique.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *G. Friedel.* — **Sur l'existence d'un *dôme de sel* dans le bassin potassique oligocène du Haut-Rhin.**

Il s'agit du dôme de sel de Meienheim. Sa forme est allongée Nord-180°-Est, parallèlement au bord de l'effondrement rhénan. Dans la section horizontale à la cote zéro, il a une largeur maxima de quelque 1200 m. et une longueur de 8.000 m. L'axe suit la rive droite de l'Ill, en aval d'Ensisheim, et passe un peu à l'est de Regisheim, de Meienheim, enfin de l'Oberentzen où le dôme se termine. La surface du sel, qui dans le bas-fond avoisinant se tient vers 1.100 m. de profondeur, s'élève dans le dôme jusqu'à 180 et 150 m. du sol.

— *A. Dernay* (prés. par M. Pierre Termier). — **Nappes hercyniennes et plis de fond pyrénéens du Massif des Maures.**

Dans la tectonique des Maures, le mouvement hercynien comporte deux phases. Durant la phase antésthéphanienne se forment des nappes de géosynclinal, intermédiaires entre les grands plis couchés de style pennin et les nappes de M. P. Termier. Toute la partie occidentale du massif est charriée de l'Ouest vers l'Est sur les gneiss de St-Tropez. Les mouvements en retour d'une seconde phase plissent à angle aigu les formations stéphaniennes et redressent la surface de charriage de Grimaud. La venue granitique du Plan-de-la-Tour est un phénomène hercynien postérieur aux charriages. Plus tard, les plis de fond pyrénéens soulèvent, déforment et cassent le bloc rigide des nappes hercyniennes des Maures, sans modifier beaucoup le dessin de l'ancienne structure.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Charles Nicolle* et *U. Lumbroso.* — **Nouvelle contribution à la connaissance de la conjonctivité granuleuse naturelle du Lapin.**

Chez l'homme, chez le magot comme chez les autres petits singes, le virus du lapin détermine une conjonctivite granuleuse qui diffère du trachome par sa longue incubation et sa localisation primitive et principale à la paupière supérieure. Ce virus, comme celui du trachome humain, traverse les bougies filtrantes.

On doit suspecter comme étant d'origine non humaine les conjonctivites granuleuses de l'homme qui ont leur localisation primitive et principale aux paupières inférieures.

PHYSIOLOGIE. — *Jules Amar.* — **Origine et évolution du cancer.**

L'origine du néoplasme est une irritation parasitaire diffusant un venin, à la suite de quoi le noyau des cellules atteintes déchaîne la prolifération qui formera la tumeur.

— *L. Carpentier* et *G. Thieulin* (prés. par M. E. Leclainche). — **Mesure directe de la grandeur des images rétiniennes chez le Chien et le Chat.**

De nombreux auteurs, en assimilant le point nodal postérieur du système optique au centre du cristallin, ont obtenu un moyen théorique de comparaison de cette grandeur des images, malgré l'approximation des valeurs obtenues. MM. Carpentier et Thieulin ont pensé qu'il était plus rationnel de tenter une mesure directe de cette grandeur des images, en utilisant le procédé de l'image transsclérale. Cette Note constitue l'exposé de leur expérience.

BOTANIQUE. — *Jacques Mahen* et *J. Chartier* (prés. par M. L. Guignard). — **Origine botanique de l'Ipéca strié mineur.**

L'Ipéca strié mineur serait produit par le *Manettia ignita* Schumann = *Manettia cordifolia* Mart. Cette Rubiacée, très répandue dans l'Amérique du Sud, le Brésil, croît également sur le bord des ruisseaux, dans les plaines du Pérou et de Bolivie, où elle semble être employée soit comme succédané, soit comme falsification de l'Ipéca officinal.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Maume* et *J. Dulac* (prés. par M. M. Molliard). — **Minimum de toxicité d'un mélange de deux sels à l'égard des végétaux.**

Deux solutions, l'une de NaCl (0,12 mol.-gr.) et l'autre de $CaCl^2$ (0,164 mol.-gr.), sont telles que, employées séparément pour y faire végéter du blé, elles limitent l'allongement radiculaire de façon sensiblement égale (longueur des racines = 55 mm.), autrement dit elles ont même pouvoir toxique.

Quel que soit le mélange utilisé, les auteurs arrivent à ce résultat que le *minimum de toxicité de chaque mélange a même abscisse que le point de rencontre des deux courbes d'ionisation.*

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Lucien Daniel* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur deux greffes nouvelles.**

Par une éducation progressive du *Myosotis palustris* et du Cresson de fontaine cultivés en milieux de plus en plus secs, l'auteur a pu greffer le premier sur l'Héliotrope et le second sur le Chou. Il a réussi également la greffe du *Crambe maritima* sur le Chou fourrager, et aussi celle du *Kleinia articulata*, plante grasse, sur la Cinéraire hybride, variété *polyantha.*

CYTOLOGIE. — *Ph. Joyet-Lavergne* (prés. par M. L. Mangin). — **La teneur en glutathion réduit est un caractère de sexualisation du cytoplasme.**

L'auteur a utilisé le chlorure de fer et l'acide picrique pour avoir deux réactions complémentaires lui permettant de confirmer les résultats obtenus par la réaction du nitroprussiate spécifique du glutathion. La teneur en glutathion est un caractère de sexualisation du cytoplasme : dans une espèce, les cellules polarisées dans le sens ♀ renferment plus de glutathion que les cellules polarisées dans le sens ♂.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Th. Moreux.* — **Sur l'activité solaire et certains phénomènes de végétation.**

La courbe de la production du blé en France suit de très près celle de l'activité solaire manifestée par les taches.

Les écarts constatés disparaissent lorsqu'on compare la courbe moyenne des taches (donnée par l'Observatoire de Greenwich) avec celle de la production du blé dans le monde.

La courbe de la production du vin en France s'emboîte presque exactement avec la courbe des taches solaires.

Tel est le résumé des recherches que l'auteur a publiées en 1901.

PROTISTOLOGIE. — *Etienne Wolff* (prés. par M. F. Mesnil). — **Adaptation des amibes aux solutions salines. Kystes sans membrane.**

Tandis que toutes les petites amibes d'eau douce ont la propriété de s'enkyster (amibes cystigènes), un certain nombre d'amibes marines ne forment pas de kystes (amibes acystiques). En cultivant certaines des premières dans des solutions de 30 et 40 pour 1.000 de NaCl, elles ne forment plus de kystes. Mais si l'amibe a perdu la faculté de former une membrane kystique dans ces solutions concentrées, elle n'a pas perdu pour cela la faculté de s'enkyster. L'auteur a observé des formes immobiles et sphériques qui pourraient bien être la forme de résistance, le kyste sans membrane des milieux salins.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Dans la séance du 2 mai 1927, M. Paul Appell a fait la communication suivante :

« Je suis heureux de faire, devant l'Académie, la première notification de la donation de trente millions que notre confrère Edmond de Rotchschild fait à la Fondation scientifique qu'il a créée, il y a quelques années (dont je suis le président et dont MM. Moureu et Perrin sont les vice-présidents), afin de construire un grand Institut

de Biologie physico-chimique et d'en assurer le fonctionnement.

« Cet Institut aura pour but de rechercher les mécanismes physico-chimiques des phénomènes de la vie, spécialement en vue de mieux connaître le fonctionnement du corps humain; et cela en dehors de la microbiologie, si magistralement étudiée et approfondie à l'Institut Pasteur. A cette fin, prenant pour directives générales les doctrines de Claude Bernard sur le déterminisme physico-chimique de la vie, et s'efforçant de continuer l'œuvre de ce grand physiologiste, le nouvel Institut réunira des physiciens, des chimistes et des biologistes pour étudier les problèmes que posent les diverses fonctions physiologiques. Cette collaboration, souvent désirée, mais non organisée jusqu'ici, sera un caractère essentiel de l'Institut Edmond de Rotchschild.

« Conformément à cette idée, le travail sera coordonné par une Commission composée par notre confrère Jean Perrin, Prix Nobel de Physique; par M. Job, Professeur de Chimie à la Sorbonne et déjà secrétaire général de la Fondation; par M. André Mayer, professeur de Physiologie au Collège de France; et par M. Pierre Girard, directeur de Laboratoire aux Hautes Etudes, connu par ses travaux sur le rôle du plomb sur la stérilisation des tumeurs cancéreuses ainsi que sur le mécanisme du choc et sa prévention, qui sera administrateur. L'Institut fonctionnera sous le contrôle du Conseil de la Fondation convenablement élargi, notamment par l'adjonction de notre confrère d'Arsonval, maître actuel de l'Electro-physiologie. M. Edmond de Rotchshild nous demande en outre d'élire parmi nous un nouveau délégué (physiologiste) pour nous représenter dans ce Conseil où figurent déjà huit d'entre nous. »

— M. Gustave André est mort subitement le 14 mai. Il avait été élu dans la Section d'Economie rurale le 15 mai 1925.

M. André était né à Paris le 27 août 1856. Professeur de chimie agricole à l'Institut national Agronomique, il laisse d'importants travaux sur le rôle des éléments du sol dans le développement des végétaux. Il avait déterminé le mode de fixation de ces éléments par la plante et le processus par lequel elle réalise les synthèses qui président à son évolution.

— M. Tschermak, membre correspondant pour la Section de Minéralogie est mort à l'âge de 91 ans. Il avait été élu en 1897. Il laisse d'importants travaux, notamment sur l'isomorphisme, et les pseudomorphoses.

— M. Fairfield Osborn est élu membre correspondant pour la Section de Minéralogie.

M. Osborn est né en 1857. Directeur du Muséum d'Histoire Naturelle de New-York, il avait, auparavant, professé l'anatomie comparée à l'Université de Princeton. Il a organisé et conduit de grandes expéditions paléontologiques : la collection de Vertébrés fossiles qu'il a réunie est l'une des plus considérables du monde. Parmi les importants ouvrages qu'il a publiés, le plus connu du public intellectuel français, parce qu'il a été traduit dans notre langue, est l'*Origine et l'Evolution de la Vie*.

— M. Charles Richet est élu membre du Conseil d'administration de la *Fondation Edmond de Rotschild*.

—M. Charles Lallemand est élu membre du Conseil d'administration de la *Fondation Loutreuil* en remplacement de M. Daniel Berthelot, décédé.

— M. L. Joubin est désigné pour représenter l'Académie au *X^e Congrès international de Zoologie* qui se tiendra du 4 au 9 septembre 1927 à Budapest (Hongrie).

Office national météorologique. — En application de l'article 4 du décret du 24 février 1927, fixant le statut du personnel assistant météorologiste, un cours élémentaire d'une durée d'au moins trois mois est ouvert dans les centres d'instructions de Paris et Alger, à la date du 10 août 1927 afin de pourvoir à six emplois d'assistants météorologistes (traitements : 6.000 fr. à 11.000 fr.; non compris : 1.200 fr. d'indemnité de relèvement temporaire, une indemnité variable de résidence suivant la localité d'affectation et une indemnité de charges de famille. Ces deux dernières sont majorées actuellement de 12 p. 100).

Les candidats doivent satisfaire au concours d'admission au cours élémentaire.

Pour être admis à participer à ce concours, il faut :

1° Justifier de la qualité de Français;

2° Avoir satisfait à la loi sur le recrutement de l'armée en ce qui concerne le service actif en temps de paix;

3° Etre âgé d'au moins vingt et un ans et ne pas être âgé de plus de trente ans au 1^er janvier de l'année où s'ouvre le concours. Cette limite d'âge est reculée d'un temps égal à la durée des services antérieurs civils ou militaires ouvrant des droits à la retraite dans les conditions de la loi du 9 juin 1853, décomptés au jour de l'ouverture du concours;

4° Remplir les conditions prévues à l'article 4 du décret du 24 février 1927.

Les candidats remplissant les conditions énumérées ci-dessus doivent adresser leur demande rédigée sur papier timbré et accompagnée de toutes pièces justificatives, à M. le directeur de l'Office national météorologique, 176, rue de l'Université, à Paris (7^e arrondissement), avant le 7 juillet 1927.

Ils doivent joindre à leur demande :

1° Une expédition authentique de leur acte de naissance et s'il y a lieu, un certificat établissant qu'ils possèdent la qualité de Français;

2° Un certificat de bonne vie et mœurs délivré soit, par le maire du lieu de résidence et dûment légalisé, soit à Paris par le commissaire de police du quartier;

3° Un certificat médical établi par un médecin assermenté;

4° Un relevé des services militaires délivré par le bureau le recrutement;

5° Une note faisant connaître leurs antécédents et les études auxquelles ils se sont livrés (*curriculum vitæ*).

Sur le rapport du Directeur de l'Office national météorologique et sur le vu des pièces produites, le Ministre prononce, s'il y a lieu, l'admission au concours d'entrée au centre d'instruction.

Le concours d'entrée ne comprend que des épreuves écrites. Il a lieu à Paris à la Direction de l'Office national météorologique, pour les candidats résidant dans les départements de la Seine et de la Seine-et-Oise; pour les candidats des autres départements, dans les postes météorologiques suivants : Saint-Inglevert, Strasbourg-Entzhein, Dijon, Lyon-Bron, Montélimar-Angers, Marseille-Marignane, Antibes, Nîmes-Courbessac, Perpignan-Llabanère, Toulouse-Francazals, Tours, Tunis-El-Aouina, Alger.

Le programme sera remis aux candidats qui en feront la demande au Directeur de l'Office national météorologique à l'adresse indiquée ci-dessus.

Congrès des Sociétés Savantes. — La 61^e Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements s'ouvrira, à Lille, le mardi 10 avril 1928.

Les journées des mardi 10, mercredi 11, jeudi 12 et vendredi 13, seront consacrées aux travaux du Congrès.

La séance générale de clôture aura lieu le samedi 14 avril, à deux heures.

Comité central de culture mécanique. — Le Ministère de l'Agriculture (Comité central de culture mécanique) a institué, pour l'été et l'automne de 1927, les essais, tant au banc que sur le terrain, de tracteurs agricoles et de moteurs fixes à gazogènes.

Ces essais auront lieu à l'Ecole nationale d'Agriculture de Grignon (Seine-et-Oise), sous la direction e M. Coupan, professeur du génie rural à ladite Ecole, membre du Comité central de culture mécanique.

D'importants encouragements sont envisagés en faveur des constructeurs qui auront pris part aux expériences.

Un exemplaire du règlement détaillé sera envoyé sur demande adressée au Ministère de l'Agriculture, 78, rue de Varenne, au secrétariat du Comité central de culture mécanique, bureau 49 *bis*.

Les demandes d'admission devront parvenir avant le 1er juillet 1927. L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — Le Recteur de l'Académie de Paris est autorisé à accepter la donation d'une somme de 300.000 fr. que Son Excellence le marquis de Crewe, ambassadeur à Paris de Sa Majesté britannique, a faite à l'Université au nom du « *Fund for the British Institute in Paris.* »

Cette somme sera affectée à la mise en état de l'immeuble sis à Paris, rue de la Sorbonne, n° 6, que l'Université de Paris doit mettre à la disposition de l'Institut britannique de Paris. La dite somme constituera, aux termes de l'acte de donation, les premières ressources d'une fondation dite « Université de Paris, British Institute in Paris, Institut britannique de Paris », ayant pour objet de continuer et de développer l'enseignement actuellement donné par la « Guilde Internationale », de répandre à Paris la connaissance et le goût des choses anglaises par des cours, conférences et tous autres moyens, et de créer dans l'enceinte de la cité universitaire un immeuble destiné à loger environ 300 étudiants.

— Une donation est faite par M. et Mme Prévost pour la création de trois prix annuels à décerner, sous le nom de « Fondation Prévost », à chacun des candidats reçus premiers aux concours d'agrégation « Sciences mathématiques, sciences physiques, sciences naturelles. »

— *Faculté des Sciences.* — M. Villat, Professeur de mécanique à la Faculté des Sciences de Strasbourg est nommé, à compter du 1er octobre 1927, Professeur de Mécanique des fluides et applications à la Faculté des Sciences de Paris (chaire nouvelle fondée à l'aide d'une subvention du Ministère des Travaux publics, Services de l'Aéronautique).

— *Soutenances de thèses.* — Les thèses suivantes ont été soutenues à la Sorbonne pour le Doctorat ès-sciences :

Le 13 mai, M. Georges Fournier : « *Sur l'absorption des rayons B par la matière* ».

Le 14 mai, M. Fromy : « *Contribution à l'étude de l'effet Wiedmann, considéré comme cas particulier de la magnéstriction.*

Le 24 mai, M. Tsukamoto : « *Etude de l'absorption comparée de l'eau et du quartz dans l'ultra-violet lointain.* »

— *Cité Universitaire.* — Le Dr et Mrs Gage ont remis au Recteur de l'Université de Paris une somme de 25.000 dollars dans le but de subvenir aux premiers frais d'établissement de la Maison américaine, dans la Cité Universitaire.

Facultés de médecine. — L'ensemble des Facultés de médecine et des Facultés mixtes de médecine et de pharmacie comptaient, le 30 juin 1926, un total de 10.821 étudiants, contre 8.247 en 1913.

Les Ecoles de plein exercice et les Ecoles préparatoires de médecine et de pharamacie comptaient, en 1926, 1.465 étudiants en médecine alors qu'en 1913, il y en avait 1.497.

En 1926, les quatre grandes Facultés de médecine comptaient respectivement : Paris, 5.464 étudiants, Montpellier, 732, Strasbourg, 480, Nancy, 475.

Ecole des Hautes-Etudes. — *Laboratoire de psychobiologie.* — Il est créé (3e section), un laboratoire de psychobiologie de l'enfant, rattaché à l'Institut de psychologie de l'Université de Paris et situé à Boulogne-sur-Seine (Ecole de la rue de la Mairie).

Conservatoire national des Arts et Métiers. — M. Léon Gaumont a été nommé membre du Conseil de perfectionnement, en remplacement de M. Louis Mercier, décédé.

Institut national agronomique. — M. Lafay, Professeur à l'Ecole Polytechnique a été nommé, après concours, Maître de conférences de mathématiques en remplacement de M. Thévenin, décédé.

Ecole nationale supérieure de céramique de Sèvres. — Il sera ouvert, à l'Ecole nationale supérieure de Céramique, 4, Grande-Rue, à Sèvres, un concours pour l'admission de huit élèves de nationalité française et deux élèves de nationalité étrangère.

Les épreuves auront lieu à l'Ecole et commenceront le lundi 18 juillet 1927 à huit heures.

Pour être admis à concourir, les candidats devront être nés avant le 1er juillet 1910.

Les demandes d'inscription devront être adressées à la direction de l'école avant le 1er juillet 1927, terme de rigueur.

Les programmes du concours d'admission peuvent être demandés, soit à la direction de l'Ecole nationale supérieure de Céramique à Sèvres, soit à la Direction générale de l'Enseignement technique, 3e bureau, 110, rue de Grenelle. L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Principes élémentaires de mécanique statistique, par J. W. Gibbs. In-8° de 192 pages. Traduction française de F. Cosserat, revue et complétée par J. Rossignol. Hermann, éditeur, Paris 1926.

Gibbs (1839-1903) n'a publié dans sa vie que deux Mémoires. Mais un seul suffirait à le classer parmi les théoriciens qui ont le plus contribué à élucider le mécanisme des phénomènes physico-chimiques. Le premier est le célèbre Mémoire sur les substances hétérogènes, l'autre, peut-être encore plus original, est consacré aux principes élémentaires de la mécanique statistique. C'est celui-ci que publie M. Hermann, d'après une traduction de M. Cosserat, achevée et revue, après la mort de ce dernier, par M. Rossignol. Cette mécanique statistique constitue une branche de la mécanique qui doit son origine au désir d'expliquer les lois de la thermodynamique par les principes de la mécanique, idée dont Clausius, Maxwell et Boltzmann doivent être regardés comme les principaux initiateurs.

« Pour sentir, écrit M. M. Brillouin dans la préface, à quel point Gibbs a dominé son sujet, — on pourrait presque dire qu'il l'a créé, — il suffit de lire encore aujourd'hui un quelconque des chapitres, ou des livres,

ou des mémoires consacrés à la théorie cinétique des gaz, et mieux encore, les livres des fondateurs, si encombrés d'hypothèses indépendantes, dont la comptabilité reste douteuse : les travaux successifs de Clausius sur la conductibilité pour la chaleur, tant de travaux confus sur la diffusion des gaz, etc. »

Sans doute la lecture de ce mémoire important demande-t-elle quelque attention et ne peut-elle être faite que par des physiciens avertis. Mais elle fournira à ceux-ci des idées nettes qui éclaireront bien des théories actuelles de mécanique statistique. Quelques-uns y puiseront certainement d'intéressants sujets de recherches. Les savants français sauront gré à l'éditeur et au traducteur de leur permettre de prendre connaissance d'une œuvre maîtresse, jusque là difficilement accessible. A. Bc.

Essai de généralisation de la théorie du rayonnement. Résonateurs gravifiques et résonateurs biologiques. Exposition intuitive des résultats techniques essentiels de la théorie de la relativité par Ch. HENRY. In-8° de 140 pages. Hermann, éditeur. Paris, 1925.

M. Ch. Henry, qui a été récemment enlevé à la science, a eu, au cours de sa vie, bien des idées intéressantes et profondes. Peut-être lui a-t-il manqué pour les faire accepter, de les exposer en un langage un peu plus accessible à ceux qui eussent pu s'y intéresser. On n'oserait affirmer que l'ouvrage que nous signalons soit d'une lecture toujours aisé. Du moins amène-t-il le lecteur à réfléchir sur des problèmes extrêmement captivants et dont on entrevoit encore à peine la solution.

Les recherches consignées dans cet ouvrage sont en majeure partie consacrées au développement d'applications du principe de discontinuité, introduit en physique théorique par Max Planck avec les quanta. La gravité, la lumière, le bio-psychisme, seraient des qualités dérivées de notre conscience, qui répondent à des propriétés mécaniques de résonateurs spécifiques et à des constantes différentes de leurs rayonnements. Ces qualités seraient des réactions de nos sensibilités instantanées. L'auteur a calculé les constantes de ces résonateurs et étudié les relations les plus accessibles du rayonnement gravifique et du rayonnement biologique avec le rayonnement électromagnétique, le seul considéré jusqu'ici. A. Bc.

Structure et activité chimiques. Rapports et discussions. (*Institut de chimie Solvay*) Deuxième conseil de Chimie tenu à Bruxelles du 16 au 24 avril 1925). In-8° de 672 pages. Gauthiers-Villars, éditeur, Paris, 1926. — Prix : 50 francs.

Dans cet ouvrage, on trouvera une série de monographies se rapportant aux questions les plus captivantes qui préoccupent les chimistes et les physico-chimistes.

Le temps n'est plus où l'on doutait de la réalité des molécules. On ne s'est pas contenté de les mesurer et de les peser. On veut connaître leur forme et leur structure. Sans doute nos connaissances dans ce domaine sont-elles encore vagues et incertaines. Du moins possède-t-on quelques données qui peuvent servir à étayer des interprétations et suggérer de nouvelles expériences. C'est à ces problèmes que sont consacrés les rapports concernant l'étalement des fluides sur l'eau et les solides et ceux où sont abordés, sous leurs divers aspects, de nombreuses recherches par lesquelles on a utilisé les rayons X à l'étude de la structure cristalline.

Comment ces molécules réagissent-elles ? Suffit-il que deux molécules différentes se rencontrent pour qu'elles puissent réagir mutuellement ? Doivent-elles préalablement se décomposer en atomes ou prendre une forme spéciale dite active ? Cette activation s'accomplit-elle sous l'influence d'un agent physique extérieur, par exemple la lumière ? Ces problèmes font encore l'objet de discussions passionnées, comme le montrent les nombreux rapports consacrés à l'activité chimique et à la réactivité des molécules.

Il est impossible d'analyser en détail un ouvrage constitué par la réunion de rapports qui ont chacun leur individualité et qui mériteraient chacun une analyse détaillée. Contentons-nous de signaler que l'ensemble constitue une documentation des plus intéressantes et des plus originales sur les tendances actuelles de la physico-chimie. A. Bc.

L'énergie rayonnante, par A. FORESTIER. 2e Edition. In-8° de 76 pages. Albert Blanchard, éditeur, Paris, 1926. — Prix : 20 francs.

Nous avons signalé antérieurement la première édition de cet ouvrage où l'on trouve, en même temps que le résumé des théories actuelles, les tableaux synoptiques de l'échelle des longueurs d'onde, depuis les ondes hertziennes jusqu'aux rayons X des corps radioactifs. La seconde édition est complétée par le résumé des travaux récents sur les ondes hertziennes et les ondes infra-rouges et sur les spectres de rayons X et l'effet photoélectrique de ces rayons. A. Bc.

Calcul graphique des poutres continues à section constante. Nouvelle méthode graphique permettant de déterminer les moments fléchissants sur appuis, par Th. KLUTZ. In-8° de 53 pages. La construction de Ciment Armé, boulevard Magenta, Paris, 1926.

L'auteur expose une solution rapide du problème qui se présente dans les applications. En interprétant graphiquement les équations donnant les valeurs des moments d'appuis, il parvient à des résultats simples, surtout lorsque le nombre des travées et la disposition des surcharges répond aux cas usuels. G. B.

Les plantes potagères, par VILMORIN-ANDRIEUX, *quatrième édition*. Gd in-8° relié de 812 pages avec très nombreuses figures. Vilmorin-Andrieux et Cie, éditeurs, 4, quai de la Mégisserie, Paris. Prix : 35 fr.

Tous ceux qui s'intéressent à la culture potagère connaissent cet excellent ouvrage. Ils seront heureux d'apprendre la publication de cette nouvelle édition, de laquelle ont disparu beaucoup de descriptions qui figuraient dans les éditions précédentes pour faire place à celles de nombreuses variétés nouvelles obtenues au cours de ces dernières années. La classification des pois, des haricots et des pommes de terre a été également remaniée; enfin l'étude des maladies des plantes et des insectes nuisibles a été l'objet de plus grands développements.

Ainsi mis à jour, ce volume constituera pour les botanistes et les phytopathologistes, pour ceux qui font des recherches sur la génétique, voire même pour les biochimistes et les personnes qui s'occupent d'hygiène alimentaire, une source de renseignements des plus utiles. Enfin, les traducteurs de publications étrangères où il est question de plantes potagères apprécieront particulièrement la table générale alphabétique qui occupe plus de cent pages sur deux colonnes; on y trouve, en effet, dans une douzaine de langues européennes, les noms de presque toutes les variétés signalées dans l'ouvrage. A. B.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Impr. P. & A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 11 — 65e ANNÉE — 11 JUIN 1927

CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE DES GAZ, ÉTINCELLES ÉLECTRIQUES ET AUTRES FORMES DE LA DÉCHARGE DANS LES GAZ [1]

Tout le monde sait que dans les conditions ordinaires l'air et les autres gaz sont des isolants électriques presque parfaits. Un électroscope à feuilles d'or, chargé et abandonné à lui-même, ne se décharge qu'avec une extrême lenteur, à cause de la très faible conductibilité de l'air. Tout le monde sait également que si l'on établit entre deux conducteurs placés dans l'air une différence de potentiel progressivement croissante, il arrive toujours un moment où il jaillit entre les deux conducteurs une décharge « disruptive », — étincelle, aigrette ou arc, — et qu'à ce moment il existe une conductibilité très notable du gaz : le gaz peut, suivant les cas, transporter des courants de plusieurs milliampères ou même de plusieurs ampères.

Ces phénomènes de décharges électriques violentes, à travers les gaz sont parmi les plus anciennement connus de l'électricité. On a découvert et étudié depuis bien plus d'un siècle les diverses espèces d'étincelles, qui se présentent tantôt sous l'aspect d'un trait de feu grêle et de forme compliquée, tantôt sous l'aspect d'un trait court, éclatant et bruyant. L'éclair orageux n'en est qu'un cas particulier. L'arc, de découverte plus récente, est cependant connu et utilisé, lui aussi, depuis fort longtemps.

Et pourtant ces phénomènes tout à fait classiques ont dû attendre leur explication rationnelle jusqu'à une date relativement récente. C'est seulement depuis une trentaine d'années que nous connaissons d'une manière à peu près exacte le mécanisme par lequel apparaissent ces décharges disruptives, que nous en possédons une véritable théorie.

L'explication n'est en effet devenue possible que grâce aux belles découvertes expérimentales qui ont marqué la dernière décade du siècle dernier. Entre 1890 et 1900 ont été découverts les rayons X, les corps radioactifs et leur rayonnement, et divers autres rayons corpusculaires d'une nature analogue. Parmi les propriétés les plus remarquables de ces rayons variés se trouve celle de rendre les gaz conducteurs de l'électricité. Cette conductibilité a fait l'objet de nombreuses études, principalement en Angleterre, au Cavendish Laboratory de Cambridge, sous la direction du professeur J.-J. Thomson. Grâce à ce physicien et à ses élèves, dont plusieurs sont aujourd'hui aussi célèbres que le maître, toutes les particularités que présentent ces gaz conducteurs ont été débrouillées. On conçoit d'ailleurs que cette étude ait pu être plus facile et plus fructueuse que celle des étincelles ou des aigrettes. Alors que les expériences sur les étincelles se heurtent aux difficultés inhérentes aux phénomènes violents, mettant en jeu une assez grande puissance, la conductibilité d'un gaz sous l'influence des

(1) Conférence faite au Conservatoire des Arts et Métiers le 10 février 1927, par M. Eugène Bloch, Professeur à la Sorbonne.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

rayons X est une conductibilité tranquille, silencieuse, qui ne donne lieu à aucun dégagement sensible de lumière et de chaleur ; la manipulation des appareils est aisée et sans danger. On s'explique donc dans une certaine mesure les succès des physiciens de Cambridge. Nous allons résumer brièvement les principaux résultats qu'ils ont obtenus et nous verrons qu'ils nous fourniront la clef des phénomènes de décharge disruptive.

Un premier caractère de la conductibilité des gaz provoquée par les rayons du radium (ou les rayons X) est qu'il n'est pas nécessaire, pour décharger un corps électrisé, un électroscope par exemple, de diriger le rayonnement sur le corps lui-même. Il suffit que les rayons passent, dans l'air, au voisinage du corps. L'hypothèse qui rend compte de ce fait et qui a toujours servi de guide dans toutes les recherches est la suivante :

Le rayonnement, qui rencontre les molécules neutres du gaz, en brise quelques-unes en leur arrachant une très petite particule chargée d'électricité négative, ou électron négatif. Le reste de la molécule se charge, par contre, d'une quantité égale d'électricité positive. Ces deux particules ainsi séparées ne tardent d'ailleurs pas à s'entourer, par attraction électrostatique, de quelques molécules neutres (1), et forment ainsi des centres chargés positifs ou négatifs relativement volumineux que l'on appelle des *ions*. Ainsi le rôle des rayons est de créer dans le gaz un grand nombre de centres distincts, positifs et négatifs, de provoquer, comme on dit, l'*ionisation* du gaz.

Cette conception explique immédiatement la décharge d'un corps électrisé par un faisceau de rayons X passant dans son voisinage : le conducteur repousse les ions de même signe que le sien, mais attire les ions de signe contraire qui viennent, peu à peu, neutraliser sa charge. Mais cette hypothèse est susceptible de bien d'autres vérifications, que nous allons passer en revue, et qui lui donnent un degré de probabilité équivalent à la certitude.

En premier lieu l'expérience montre que la conductibilité du gaz produite par le rayonnement actif *dure un certain temps*. Si l'on supprime brusquement le rayonnement, il faut, suivant les cas, quelques dixièmes de seconde ou quelques secondes pour que la conductibilité disparaisse : on peut même décharger un corps électrisé assez distant de la région du gaz rendue conductice, en envoyant vers lui par un courant d'air le gaz irradié. L'hypothèse des ions est en plein accord avec ces faits. La conductibilité une fois créée, ne peut en effet disparaître que par *recombinaison* des ions de signe contraire. Ces ions exercent les uns sur les autres des attractions électrostatiques qui tendent à faciliter cette recombinaison, mais ils ne viennent en contact que progressivement et le phénomène a une certaine durée.

Une preuve plus satisfaisante encore de l'existence des ions est donnée par l'étude de la loi qui relie le courant qui traverse le gaz à la différence de potentiel appliquée. On sait que si l'on établit une différence de potentiel V entre deux points d'un fil métallique, le courant I qui le traverse est proportionnel à V : c'est la loi d'Ohm, représentée graphiquement par une droite passant par l'origine des coordonnées. Si l'on fait une expérience analogue avec un gaz en établissant une différence de potentiel croissante entre deux plateaux métalliques entre lesquels on envoie un faisceau de rayons X, le résultat est bien différent. Au début la courbe se rapproche de la droite passant par l'origine qui représente la loi d'Ohm. Mais bientôt elle s'infléchit pour devenir une droite horizontale ; le courant ne peut pas, quel que soit le potentiel appliqué, dépasser une certaine limite, dite « courant de saturation » (fig. 119).

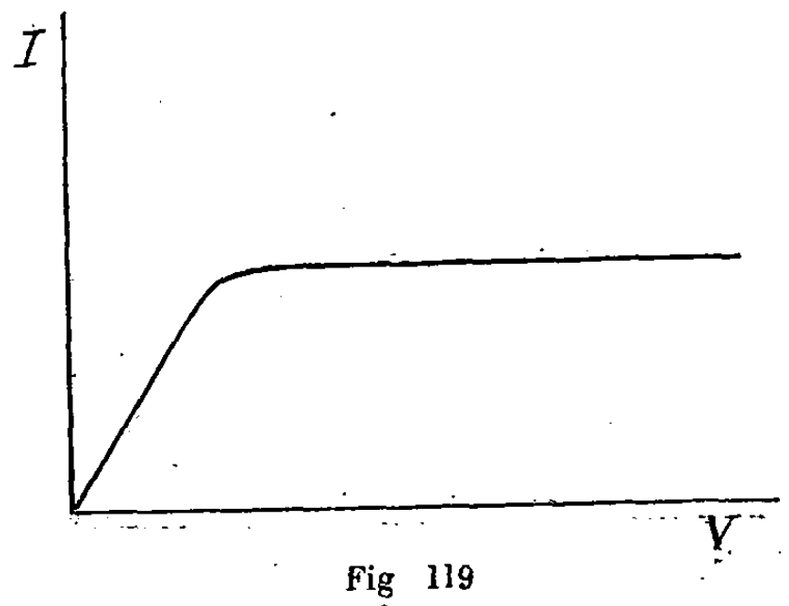


Fig 119

Ce résultat s'interprète immédiatement dans l'hypothèse des ions. Dans les champs faibles, les ions sont entraînés vers les plateaux avec des vitesses modérées ; les ions positifs se dirigent vers le plateau négatif et les ions négatifs vers le plateau positif. Ils filtrent donc les uns aux travers des autres, mais restent assez longtemps rapprochés pour se recombiner en partie. On conçoit donc qu'au début, cette recombinaison devienne de plus en plus difficile à mesure que le champ, en augmentant, les entraîne plus vite ; que, par suite, les ions parvenant aux plateaux deviennent plus nombreux et transportent un courant de plus en plus grand. Il est dès lors bien clair que si le champ prend une valeur suffisamment élevée, les ions seront entraînés par lui assez rapidement pour échapper à toute recombinai-

(1) Cette manière de présenter les choses, considérée comme correcte il y a vingt ans, aurait besoin maintenant de corrections et de restrictions sur lesquelles nous ne pouvons insister ici.

son. A partir de cet instant le courant ne peut plus augmenter : les plateaux recueillent pendant une seconde la totalité des ions que la radiation a libérés pendant ce même temps, et il est évident qu'ils ne sauraient en recevoir davantage. Il est donc bien naturel que la constatation de l'existence d'un courant de saturation ait toujours été considérée comme une preuve décisive de l'existence des ions gazeux.

Peut-on aller plus loin et mettre en évidence d'une manière tout à fait directe les centres électrisés distincts que nous appelons des ions? Cette preuve directe a été en effet fournie par l'emploi du curieux phénomène de la *condensation de la vapeur d'eau sur les ions*, et nous la devons principalement à l'un des élèves de J.-J. Thomson, le physicien C.-T.-R. Wilson.

On sait que si l'on refroidit une masse d'air humide en la soumettant, par exemple, à une détente brusque, la vapeur d'eau se condense

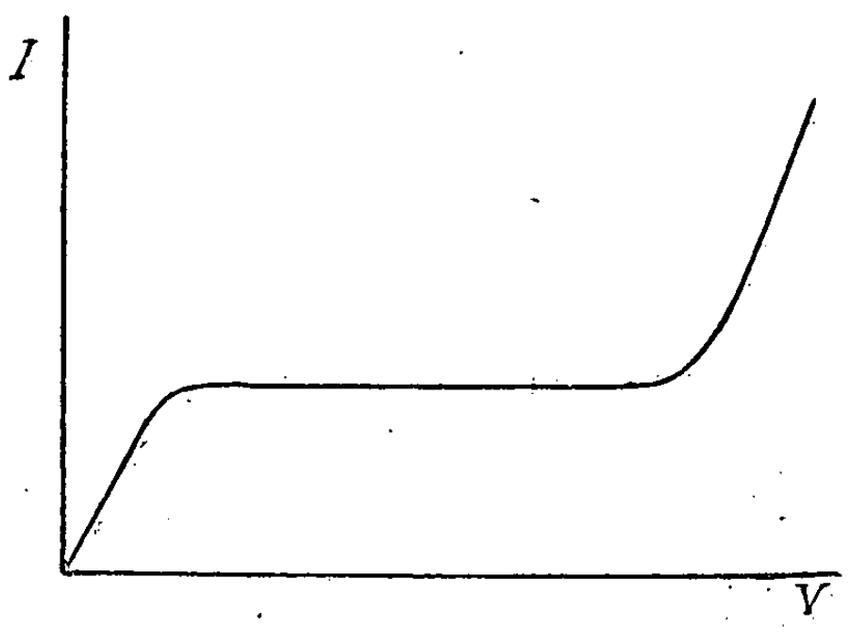


Fig. 120.

partiellement en donnant lieu à un brouillard de gouttelettes d'eau. Ce phénomène se produit facilement si l'air renferme des poussières, car celles-ci servent de noyaux de condensation à la vapeur. Mais si l'air est soigneusement nettoyé par filtration à travers un tampon de coton, la condensation par détente se produit beaucoup plus difficilement ou même cesse de se produire : la vapeur d'eau refroidie est alors sursaturante. Si, à ce moment, on envoie dans le gaz un faisceau de rayons X, la condensation se produit à nouveau. Ce sont les ions créés dans le gaz par la radiation qui servent maintenant de centres de condensation, et les gouttelettes apparues dans le gaz ont chacune pour centre un ion gazeux. Wilson a pu montrer, entre autre chose, que les gouttelettes portaient les unes des charges positives, les autres des charges négatives, qu'elles se mettaient en mouvement en sens opposé dans un champ électrique, etc. Elles nous rendent donc visibles les centres électrisés individuels que la radiation avait créés dans le gaz.

Ainsi, l'hypothèse des ions rend compte d'une manière très satisfaisante de toutes les particularités que présentent les gaz rendus conducteurs par les rayons X ou le radium. Pour passer de ce cas à celui de la décharge disruptive, il convient d'examiner de plus près un cas particulier important d'ionisation des gaz, connu sous le nom d'*ionisation par chocs*. Voici dans quelles circonstances ce cas particulier se manifeste.

Examinons à nouveau la courbe qui relie le courant d'ionisation à la différence de potentiel appliquée. Nous avons vu que le courant, après avoir augmenté d'abord, tend vers un maximum appelé courant de saturation. Qu'arrive-t-il si, sans cesser de faire fonctionner le tube à rayons X qui rend le gaz conducteur, nous augmentons indéfiniment la différence de potentiel ? L'expérience montre qu'à partir d'une certaine tension la courbe horizontale se relèvera, d'abord lentement, puis très vite, finalement avec une extrême rapidité (fig. 120). A la fin le courant prend des valeurs énormes, la décharge disruptive s'amorce : on dit qu'on a atteint le potentiel explosif. Ainsi l'apparition de la décharge est précédée d'une phase d'ionisation de plus en plus intense : c'est le phénomène de l'ionisation par choc. Ce phénomène a été l'objet d'études précises, principalement dues à un autre des élèves de J.-J. Thomson, le professeur Townsend. Et voici les principales conclusions qu'il a développées.

Quand la tension appliquée augmente beaucoup, les ions libérés par la radiation sont entraînés de plus en plus vite vers les plateaux qui limitent le champ. Mais leur mouvement n'est pas rectiligne ; ils rencontrent en cours de route de nombreuses molécules neutres qui, par leurs chocs, les détournent de leur chemin, de sorte qu'ils ne parviennent aux électrodes qu'après certains détours. Il est naturel d'admettre que, si le champ les entraîne assez énergiquement, il arrivera un moment où leurs chocs contre les molécules neutres deviendront assez violents pour en briser quelques-unes, en faisant apparaître de nouveaux ions. Ces ions s'ajoutant aux précédents, briseront, par le même mécanisme, de nouvelles molécules, de sorte que le nombre total des ions augmentera exponentiellement. Il en sera de même du courant transporté, qui ne tardera pas à présenter les caractères de la décharge disruptive. Townsend a montré que les ions négatifs produisaient les premiers l'ionisation par chocs ; puis les ions positifs entrent en action à leur tour et c'est bientôt après que le courant prend le caractère disruptif.

Ainsi se trouvait expliqué pour la première fois le potentiel explosif, c'est-à-dire l'amorçage de la décharge disruptive. Mais ce qui fait le plus gros intérêt de cette explication c'est qu'elle n'est pas restée purement qualitative.

Towsnend à pu la rendre, dans une certaine mesure, quantitative.

On sait que si l'on détermine le potentiel explosif entre deux plateaux parallèles pour diverses pressions, l'expérience conduit à une courbe présentant un minimum : il y a une pression optimum pour laquelle la décharge passe plus facilement que pour les autres. — Si, au lieu de faire varier la pression, on fait varier, à pression constante, la distance des plateaux, les résultats sont tout à fait analogues. Ici encore il y a une distance optimum pour laquelle le potentiel explosif est aussi petit que possible, et ce minimum du potentiel explosif est le même que tout à l'heure. Le physicien allemand Paschen a eu l'idée de rapprocher ces deux courbes jusqu'à les confondre en énonçant la loi suivante, dite « loi de Paschen » : le potentiel explosif entre deux plateaux parallèles ne dépend que du produit *pl* de la pression du gaz par la distance des plateaux, ou, ce qui revient au même, de la masse de gaz comprise entre les plateaux. Or ce résultat est précisément un de ceux que fournit la théorie de Townsend, ce qui apporte un argument important en faveur des explications qui reposent sur l'ionisation par chocs.

On peut objecter aux explications précédentes qu'elles supposent une ionisation préalable du gaz par les rayons X (par exemple) alors que les potentiels disruptifs se déterminent sans l'aide d'aucune radiation auxiliaire et que les étincelles jaillissent pour ainsi dire spontanément dans les gaz ordinaires. Cette difficulté n'est qu'apparente. En effet, l'air ordinaire est toujours faiblement ionisé. Au lieu de contenir quelques milliers d'ions par centimètre cube, comme il arrive sous l'influence des rayons X, il n'en contient que quelques dizaines, créés peut-être par la radioactivité du sol ou par le rayonnement solaire. Ces quelques ions suffisent, lorsqu'on fait appel au mécanisme d'ionisation par chocs, pour permettre de comprendre l'amorçage d'une étincelle.

On peut donc dire que l'existence d'un potentiel explosif et les lois auxquelles il est soumis s'interprétent d'une manière tout à fait satisfaisante dans l'hypothèse des ions. Peut-on aller plus loin et expliquer également les caractère de la décharge une fois amorcée ?

C'est là un problème infiniment plus complexe: lorsque la décharge disruptive est installée, les ions s'y répartissent d'une manière compliquée, créant des inégalités de champ et de potentiel tout le long de son parcours. Les phénomènes se ramifient, en quelque sorte, à l'infini et deviennent difficiles à suivre dans tous leurs détails. Aussi ne retiendrons-nous que quelques exemples afin de montrer que la théorie des ions peut, ici encore, nous servir de guide.

Si d'abord on examine le phénomène de l'aigrette, qui se produit quand on charge fortement une pointe conductrice, on peut chercher à expliquer le phénomène classique du *vent électrique* auquel elle donne lieu. Au lieu d'admettre, comme autrefois, que les molécules neutres d'air viennent se charger au contact de la pointe et sont ensuite repoussées par elle, on dira plutôt que les ions qui préexistent toujours en faible quantité au voisinage de la pointe subissent l'action du champ très intense qui y règne : les ions de signe contraire à celui de la pointe se précipitent vers elle en provoquant l'ionisation par chocs, et les ions de même signe ainsi produits sont repoussés par elle en donnant lieu à un entraînement de l'air ou vent électrique.

Pour prendre un second exemple, comment faut-il se représenter le mécanisme de fonctionnement d'un *arc électrique* ? On sait que l'arc jaillit entre deux conducteurs, deux charbons par exemple si, après les avoir reliés à une source électrique de quelques dizaines de volts, on les met en contact pour les écarter ensuite : l'arc lumineux, de teinte violacée, qui relie les deux charbons, est moins brillant que les extrémités mêmes des charbons, qui sont tout à fait éblouissantes. Cette décharge disruptive possède donc des caractères tout spéciaux, puisque, contrairement aux étincelles, elle peut transporter des dizaines d'ampères sous un petit nombre de volts. Ces caractères s'expliquent par le fait que l'ionisation par chocs au sein du gaz n'est pas la seule cause d'entretien de la décharge. La cause la plus importante est l'incandescence de la cathode qui provoque une émission d'électrons à partir de cette cathode : ces électrons ionisent le gaz et les ions positifs produits, lancés à leur tour vers la cathode, entretiennent son incandescence. Beaucoup de particularités de l'arc s'expliquent par là et l'explication est aussi valable pour les arcs à électrodes métalliques tels que les arcs au mercure.

Enfin, on peut se demander si la théorie des ions peut nous aider à éclaircir les propriétés de *l'étincelle*, le plus ancien de tous ces phénomènes et le plus difficile à comprendre. Les progrès les plus importants dans cette voie ont été accomplis en abaissant la pression bien au-dessous de la pression atmosphérique. L'étincelle longue et grêle qui jaillit dans l'air ordinaire change alors d'aspect et présente des aspects curieux et des plus intéressants : le trait de feu commence par s'élargir et par prendre des teintes caractéristiques. Dans l'air on distingue une colonne rosée partant de l'anode ou colonne positive, une colonne violette partant de la cathode ou colonne négative, entre les deux une région relativement obscure. La colonne positive est, souvent, subdivisée en strates

ou bandes alternativement brillantes et obscures. Si le vide augmente, la colonne positive se raccourcit et tend à disparaître, la colonne négative au contraire se développe et se complique : elle présente alors une gaine lumineuse au contact même de la cathode ; cette gaine est suivie d'un espace relativement obscur, dit « espace obscur de Crookes », puis d'une lueur violette plus vive ou lueur négative. Enfin, si le vide devient suffisant (1/100 de mm. de mercure) les parois du tube commencent à présenter une fluorescence verte ; de nouveaux phénomènes apparaissent dont l'étude doit être faite à part.

On voit combien la décharge se complique aux basses pressions. Nous ne saurions évidemment espérer en interpréter tous les détails. Mais il est facile de voir que la théorie des ions continue à fournir un guide sûr pour en comprendre le mécanisme général. Ainsi la gaine cathodique est due à l'afflux vers la cathode des ions positifs existant dans le gaz. Cet afflux, dont l'existence a été mise hors de doute par M. Villard, provoque l'émission d'électrons négatifs par la cathode : ceux-ci, projetés par le champ électrique, provoquent à leur tour l'ionisation par chocs du gaz. Mais cette ionisation n'a lieu qu'à quelque distance de la cathode, car, aux basses pressions, les chances de rencontre entre électrons et molécules sont bien moindres qu'à la pression ordinaire. Telle est l'origine de l'espace obscur de Crookes, dans lequel l'ionisation est faible, suivie de la lueur négative où elle est intense. Un mécanisme analogue rend compte de l'existence des stratifications qui apparaissent quelquefois dans la colonne positive : les ions créés dans une partie de cette colonne et lancés ensuite par le champ, doivent parcourir un certain chemin avant de provoquer à leur tour une nouvelle ionisation par chocs. Cette région d'ionisation, où la lumière est vive, sera donc séparée de la précédente par un intervalle plus obscur.

Ces quelques exemples font nettement concevoir le rôle extrêmement utile et fécond que joue aujourd'hui la théorie des ions dans l'interprétation de tous les phénomènes de décharge disruptive. C'est à elle, en somme, que l'on doit presque tous les progrès théoriques et techniques accomplis dans ce domaine depuis quelques années. Nous avons là un exemple typique d'une théorie purement scientifique qui s'est imposée peu à peu comme guide même aux techniciens et aux ingénieurs.

Eugène Bloch,
Professeur à la Sorbonne.

LA SYMBIOSE

Certains êtres vivants, au lieu d'être formés exclusivement par l'ensemble des cellules issues de la division d'un œuf unique, sont constitués par la combinaison de deux organismes d'espèces différentes. On désigne sous le nom de symbiose (du grec συν, avec, βιος, vie) ce mode de vie en commun d'organismes dissemblables. Dans les êtres composites ainsi formés, les organismes composants vivent souvent si étroitement intriqués qu'ils paraissent former un seul individu, et, de l'apparente harmonie de leur association, on n'a pas tardé à déduire qu'ils se rendaient service l'un à l'autre. Si bien que la symbiose est souvent définie comme une association mutualiste, capable d'assurer aux êtres qui la contractent des bénéfices réciproques. En fait, rien ne justifie, *a priori*, cette conception finaliste, et dans la plupart des cas de symbiose, on sait seulement d'une manière positive que l'association des deux organismes en présence est intime et habituelle. Nous nous efforcerons, au cours de cette étude, de dégager les lois générales de la symbiose de l'examen de quelques cas particuliers, abstraction faite de toute idée préconçue.

Les Lichens. — Un exemple en quelque sorte schématique de symbiose est fourni par les Lichens. Ces végétaux, très répandus dans la nature, sont remarquables par l'extrême variété de leurs formes. Les uns incrustent les rochers ou les écorces d'arbres, sur lesquels ils dessinent de délicates mosaïques. D'autres ont la forme de lames foliacées attachées à leurs supports par de fragiles rhizoïdes. D'autres, enfin, se dressent au-dessus de leur substratum sous forme de lanières plus ou moins ramifiées, et prennent un aspect buissonnant (Lichens fruticuleux). La structure des Lichens n'est pas moins bien définie et moins variée que leur forme ; elle comprend des filaments ou hyphes, incolores, et des éléments globuleux verts, pourvus de chlorophylle, les gonidies. Ces deux sortes d'éléments peuvent être uniformément répandus dans toute l'épaisseur du Lichen, mais plus souvent ils se disposent suivant une architecture précise. A la face supérieure, et, parfois à la face inférieure du thalle, les hyphes, étroitement serrées et à paroi épaisse, forment un faux-tissu, qui, en coupe, semble constitué par des cellules juxtaposées; c'est l'écorce ou cortex (fig. 121, *A*, *c*, *c'*). Au-dessous du cortex supérieur se trouve la couche gonidiale (fig. 121, *A*, *g*), où les hyphes sont mêlées de nombreuses gonidies vertes ; au-dessous de cette couche est située la médulle, formée de filaments incolores lâchement enchevêtrés (fig. 121 *A*, *h*). Les Lichens se reproduisent

par simple bouturage ou par isolement de petites masses (sorédies) comprenant à la fois des hyphes et des gonidies. Ils développent aussi des appareils de fructification sporulés, semblables à ceux de certains Champignons (Pézizes en particulier).

L'étude systématique de ces caractères morphologiques et histologiques a permis de décrire chez les Lichens des espèces nombreuses, définies avec le même degré de précision que dans les autres groupes de végétaux, et de faire entrer ces êtres dans le cadre de la nomenclature linnéenne. Rien ne faisait soupçonner aux botanistes, tels que Nylander, qui ont classé les Lichens, que l'individualité de ces plantes était d'autre nature que celle de la plupart des êtres vivants. Aussi accueillirent-ils avec hostilité les vue de Schwendener, qui proposa une conception nouvelle de la constitution des Lichens. Schwendener, ayant reconnu que les gonidies avaient une structure exactement comparable à celle des Algues Chlorophycées ou Cyanophyciées, tandis que les hyphes produisaient des fructifications de Champignons (Ascomycètes ou exceptionnellement Basidiomycètes), a considéré les Lichens comme des organismes mixtes, résultant de l'union intime d'une Algue et d'un Champignon .Cette manière de voir a été confirmée par l'étude précise du cycle évolutif et de la structure des Lichens et aussi par des expériences d'analyse et de synthèse (culture isolée de l'Algue et du Champignon d'un Lichen donné, et reconstitution de l'organisme mixte par réunion de ses deux éléments constitutifs) (1). Aussi la nature composite des Lichens est-elle aujourd'hui universellement admise.

Le cas des Lichens est souvent cité comme le type de la symbiose mutualiste. L'Algue, grâce à sa chlorophylle, fournirait des aliments hydrocarbonés au Champignon, qui à son tour favoriserait la nutrition azotée de l'Algue et la protégerait contre la sécheresse. A supposer que tel soit en définitive le résultat de l'association, il faut bien reconnaître que les réactions réciproques des deux organismes symbiotiques ressemblent fort à celles que l'on a coutume d'observer dans le parasitisme, et que l'apparente harmonie du complexe n'exclut pas l'antagonisme réel des composants. Chez les Lichens, dit Noël Bernard (1), « les filaments des Champignons enserrent les Algues qui ne peuvent se libérer (fig. 121, *B*) et ainsi continue une lutte corps-à-corps dont le terrain s'étend jusqu'à ce que le Champignon arrive à produire ses spores et que l'Algue soit morte étouffée... Les Lichens, qui forment sur les écorces des arbres des taches de couleurs variées ou qui sont appliqués sur des rochers arides jusqu'à la limite des neiges, ne font donc pour ainsi dire que marquer par leurs places les champs clos de luttes sans merci. »

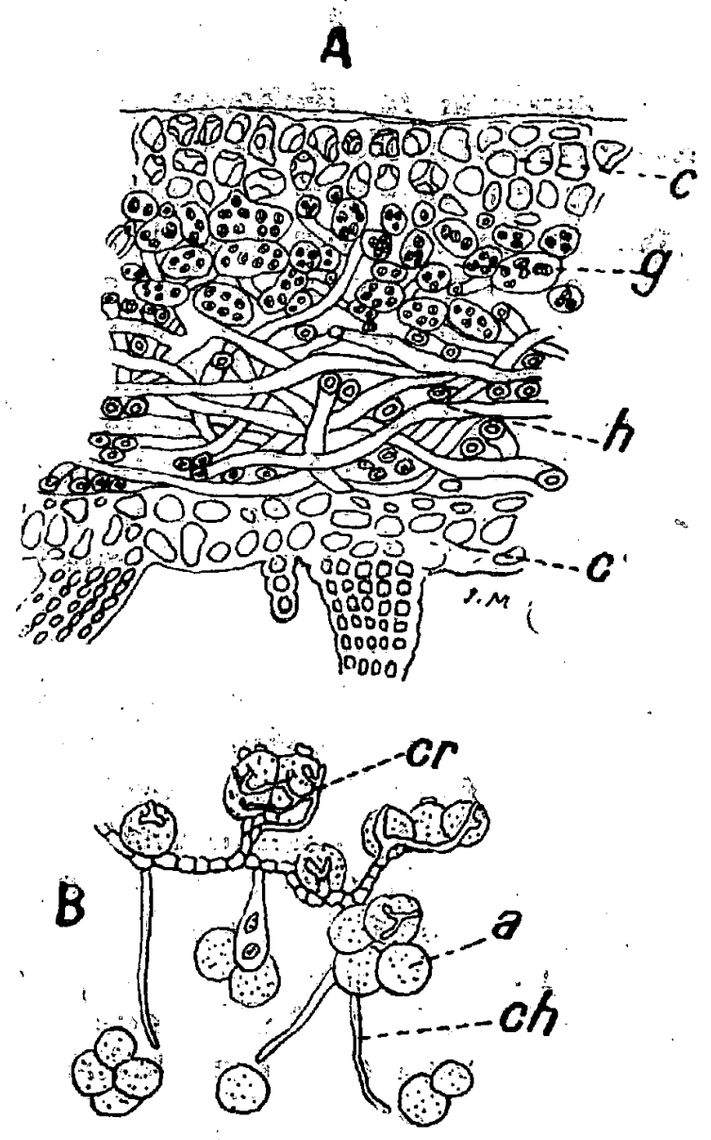


Fig. 121. — Lichens.

A, coupe transversale d'un Lichen (*Strictina fulisinosa*) : *c*, cortex supérieur ; *c'*, cortex inférieur ; *g*, couche gonidiale ; *h*, médulle formée d'hyphes enchevêtrées.
B, début de la synthèse d'un Lichen : *c h*, filaments chercheurs du Champignon ; *cr*, filaments crampons ; *a*, cellules de l'Algue.

Si, dans le complexe lichénique, le Champignon se comporte en parasite vis-à-vis de l'Algue, l'Algue, réciproquement, se comporte en parasite vis-à-vis du Lichen ; il s'agit, en quelque sorte, d'un parasitisme mutuel. C'est ce qui résulte des intéressantes recherches de M. et Mme Moreau. Lorsqu'une Algue s'introduit dans une région du thalle d'un Lichen où elle ne pénètre généralement pas, les hyphes réagissent à son contact en épaississant leurs parois et en formant un faux-tissu semblable à celui du cortex. M. et Mme Moreau (2) en concluent que la for-

(1) La synthèse des Lichens (fig. 121, B.) a été réalisée par Bornet et par Treub,puis par Bonnier. La culture pure des Algues de Lichens est plus aisément réalisable que celle de leurs Champignons. Récemment, MM. Killian et Werner, qui ont repris l'étude de cette question, ont obtenu des cultures pures bien développées des Champignons de divers Lichens ; toutefois ces Champignons, privés de leurs Algues symbiotiques, n'ont pas, jusqu'ici donné de fructifications. (Ch. Killian et R. G. Werner, *C. R. Acad. des Sc.* t. CLXXIX, 1924, p. 1339. — R. G. Werner, *Bull. Soc. mycol. de France*, t. XLI, fasc. 3, 1925, p. 385).

(1) Noël Bernard, Principes de biologie végétale, 1 vol., Alcan, édit.; 1921.

(2) F. Moreau et Mme F. Moreau. (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, 10e série, t. I; 1919.

mation du cortex, auquel les Lichens doivent les traits essentiels de leur configuration, résulte de l'action des Algues de la couche gonidiale voisine. Si bien que le thalle d'un Lichen serait l'équivalent d'un organe déformé par un parasite ; les Lichens seraient des Champignons malades, atteints d'une maladie dont l'agent infectieux est une Algue.

D'autre part, selon M. Moreau (1), lorsque des Lichens sont envahis par des Algues étrangères à leur constitution normale, leurs hyphes réagissent en formant des tubercules qui entourent les Algues, et souvent les détruisent. Dans quelques cas, pourtant, le Champignon tolère l'hôte étranger et contracte la symbiose avec lui ; il se constitue alors un Lichen nouveau, différant profondément, par sa forme et sa structure, du thalle sur lequel il a pris naissance, et méritant d'être décrit comme une espèce nouvelle. On voit par là que, chez les Lichens, certains caractères spécifiques sont sous la dépendance immédiate de la symbiose ; si l'on vient à en modifier les conditions, en changeant, par exemple, l'un des constituants du complexe symbiotique, on peut voir apparaître, par mutation brusque, un être nouveau. Nous allons voir que ce phénomène n'est pas spécial aux Lichens, mais se retrouve à d'autres degrés de l'échelle végétale.

Les Orchidées. — Dans les associations entre Champignons et plantes vertes, l'hôte chlorophyllien, au lieu de consister, comme chez les Lichens, en une Algue unicellulaire, peut être représenté par une plante vasculaire beaucoup plus élevée en organisation. C'est ce qui arrive chez les Orchidées. On sait depuis longtemps que les plantes de cette famille hébergent dans leurs racines des Champignons filamenteux dont le mycélium forme, dans les cellules de l'écorce, des pelotons serrés. La signification de cette association est restée ignorée, jusqu'au jour où Noël Bernard réussit à extraire les Champignons des Orchidées des cellules où ils vivent, et à les cultiver en culture pure, selon les techniques pasteuriennes les plus rigoureuses. Il devenait dès lors possible d'étudier le rôle qu'ils jouent dans le développement des Orchidées. A cet effet, Noël Bernard sema dans des tubes de culture stérilisés des graines de ces plantes, et constata, fait bien connu des horticulteurs, qu'elles étaient incapables de germer. Mais ayant inoculé les semis avec le Champignon qu'il avait retiré des cellules infestées des Orchidées, il vit les graines germer en grand nombre. L'examen microscopique des petites plantules provenant des germinations montra qu'elles étaient largement envahies par des pelotons intracellulaires, semblables à ceux que le mycélium symbiotique forme dans les racines de la plante adulte (1). L'expérience démontrait que les graines d'Orchidées, incapables de germer dans les conditions qui suffisent à la germination de la plupart des graines, germent au contraire aisément dès qu'elles sont envahies par le Champignon symbiotique.

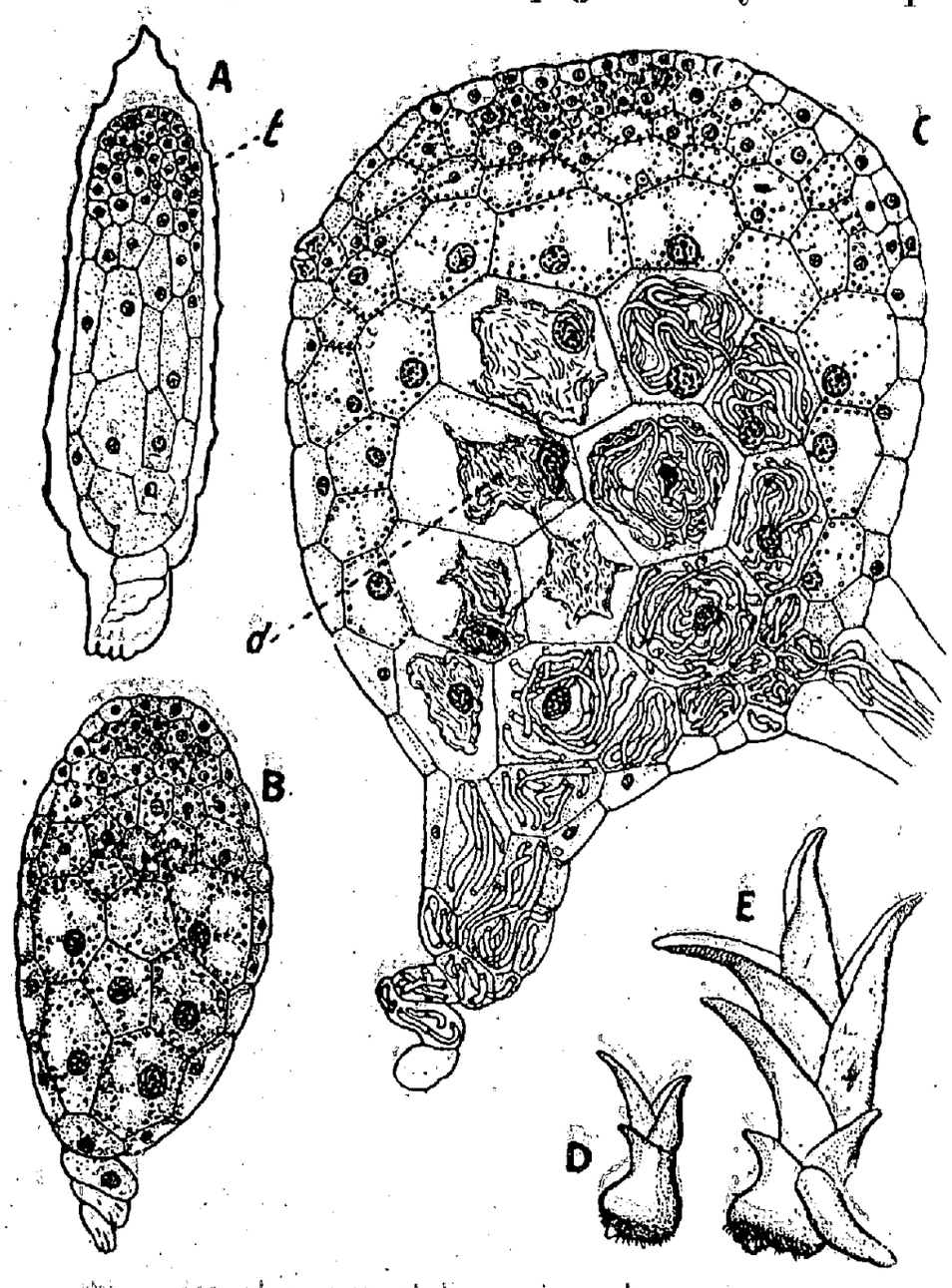


Fig. 122. — Développement d'une Orchidée (*Odontoglossum*).
A, aspect microscopique d'une coupe longitudinale faite dans une graine mûre ; *t*, tégument.
B, aspect microscopique d'une coupe longitudinale faite dans une graine semée depuis quatre mois sans Champignon : développement insignifiant.
C, aspect microscopique d'une coupe longitudinale faite dans une jeune plantule, un mois après son infestation par le Champignon symbiotique. On voit les pelotons formés par les filaments du Champignon dans un grand nombre de cellules. En *d*, peloton mycélien digéré.
D, et E, plantules de cinq et sept mois, obtenues avec les Champignons.
D'après Noël Bernard (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 9e série, t. IX, 1909).

C'était là, dit Noël Bernard, « le premier exemple certain d'un organisme qui ne peut normalement pas dépasser un état embryonnaire sans la pénétration d'un parasite, pas plus qu'un œuf ne peut, en général, poursuivre son évolution sans être fécondé. En reprenant

(1) F. Moreau, *Ann Sc. nat. Bot.*, 10e série, t. III, 1921.

(1) Noël Bernard, *C. R. Acad. des Sc.*, t. CXXXVII, 1903. — Recherches expérimentales sur les Orchidées (*Revue gén. de Bot.*, t. XVI, 1904). — L'évolution dans la symbiose. (*Ann. sc. nat. Bot.*, 9e série, t. IX, 1909).

une expression qui a été appliquée aux Lichens, on pourrait dire que, par ces expériences, a été faite la synthèse des plantules d'Orchidées. Ces plantules ne sont pas, en effet, comparables à celles de la plupart des plantes, formées de cellules qui dérivent d'un œuf ; elles sont des complexes formés de semblables cellules et d'un parasite nécessaire. » (1).

En inoculant les semis aseptiques de graines avec le Champignon symbiotique, Noël Bernard a obtenu la germination des graines d'un grand nombre d'Orchidées. La méthode qu'il a découverte a été appliquée avec un grand succès par les horticulteurs, tant en France qu'à l'étranger (2). Le même Champignon (*Rhizoctonia repens*), fait germer les graines de la plupart des Orchidées (fig. 123) ; seuls, quelques genres très différenciés de cette famille (*Odontoglossum, Phaiænopsis, Vanda*), exigent des Champignons particuliers, bien que voisins du précédent, et grâce auxquels on obtient aisément le développement de ces plantes, dont la germination était tenue pour impossible par les praticiens.

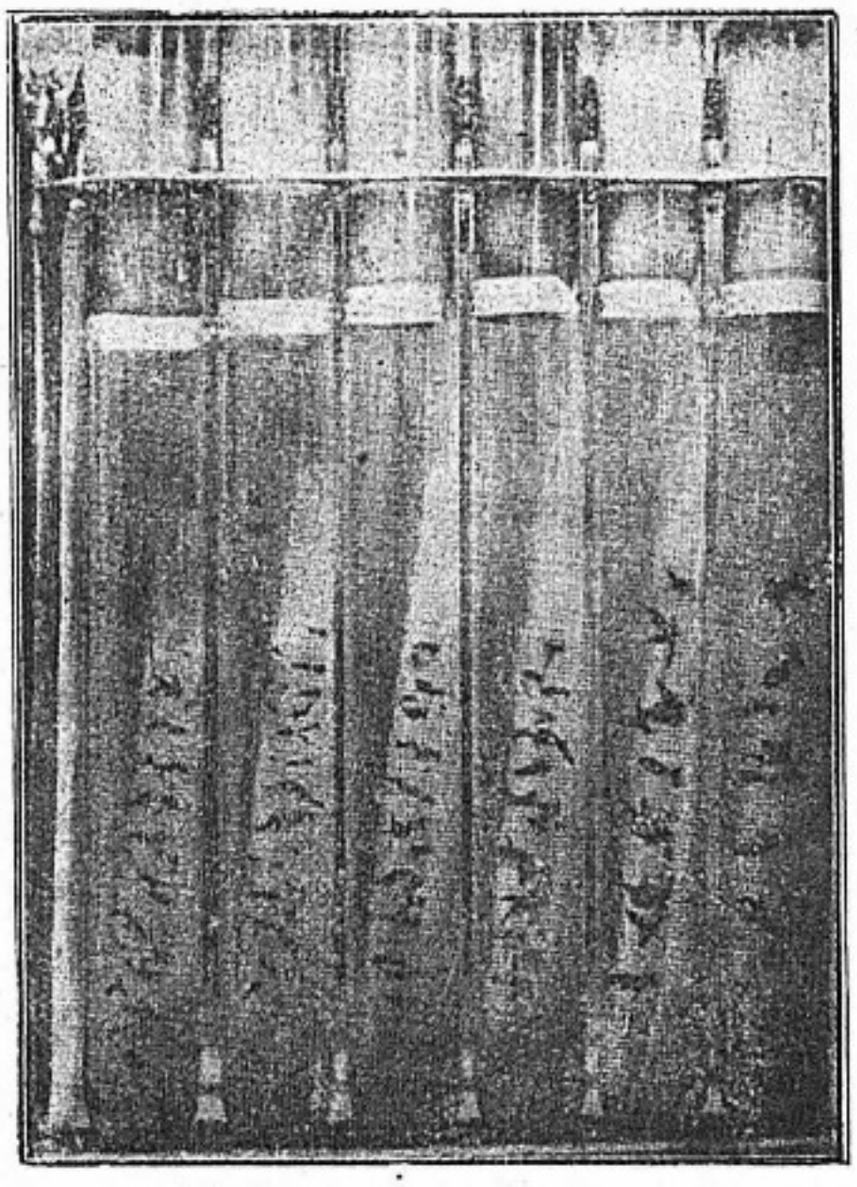


Fig. 123. — Cultures d'Orchidées (*Cattleya*), dont les graines ont été semées au contact du Champignon symbiotique. A gauche, culture de deux mois; à droite, cultures de quatre mois (cliché de M. Bultel).

Les Champignons symbiotiques des Orchidées, lorsqu'on les conserve longtemps en culture pure hors des plantes qui les hébergent normalement, perdent graduellement le pouvoir de faire germer les graines ; leur activité s'atténue, et finit à la longue par disparaître complètement. Noël Bernard eut l'idée de comparer cette atténuation de l'activité des Champignons à l'atténuation de virulence que subissent les bactéries pathogènes lorsqu'on les maintient un certain temps en culture hors des organismes sensibles. On sait, d'après les expériences mémorables de Pasteur, Chamberland et Roux, qu'il est possible de faire recouvrer à ces bactéries atténuées la virulence perdue, au moyen de passages successifs chez des animaux de plus en plus résistants. Par un procédé tout à fait comparable, Noël Bernard est parvenu à rendre aux Champignons atténués leur activité première. Un Champignon devenu inactif, introduit dans un tube où l'on a semé des graines d'Orchidées, ne fait pas germer ces graines, mais est encore capable de pénétrer les embryons et d'y subsister un certain temps à l'état de pelotons. Si l'on retire ces pelotons des embryons où ils se sont formés, et si on les emploie à contaminer un nouveau semis, on constate que le Champignon, après ce séjour dans les cellules de la graine, est devenu un peu plus actif ; il se montre, en effet, capable de provoquer quelques germinations. Des plantules obtenues, on peut extraire de nouveaux pelotons, qui donneront un mycélium encore plus actif. En continuant ces passages en série du Champignon, on obtient en définitive un mycélium capable de faire germer le plus grand nombre des graines d'un semis (fig. 124).

Il y a plus, et les semis inoculés avec un Champignon inactif deviennent après quelques jours incapables de se développer quand on y introduit un Champignon actif qui, à lui seul, aurait produit la germination ; un Champignon atténué rend donc les graines réfractaires à l'action d'un Champignon virulent ; il se comporte à la manière d'un vaccin.

On voit par là qu'il existe un étroit parallélisme entre la symbiose des Orchidées et de leurs endophytes et les maladies parasitaires. Une plantule d'Orchidée, associée nécessairement à un parasite, a, selon l'expression de Noël Bernard, la valeur d'une mycocécidie. Mais, de même qu'un parasite cécidogène produit chez la plante qu'il attaque des déformations aboutissant à la production d'une galle, de même les plantules d'Orchidées se déforment sous l'action des Champignons qui sont leurs parasites obligés. Ces plantules se renflent, en

(1) Noël Bernard, *C. R. Acad. des Sc.*, t. CXXXVII, 1903.

(2) Au premier rang des praticiens qui ont contribué à propager en France les méthodes de Noël Bernard, il convient de citer M. Bultel, à qui nous empruntons une des figures de cet article (fig. 123).

effet, dès le début de leur développement, en un petit tubercule en forme de toupie tout à fait caractéristique (fig. 125, III). Chez de rares Orchidées, telles que le *Bletilla hyacinthina*, la germination peut se faire avec ou sans le concours du Champignon symbiotique ; or la forme en toupie n'apparaît dans ce cas que chez les plantules précocement associées au Champignon (fig. 125, I et II); cette déformation particulière est donc bien une conséquence de la

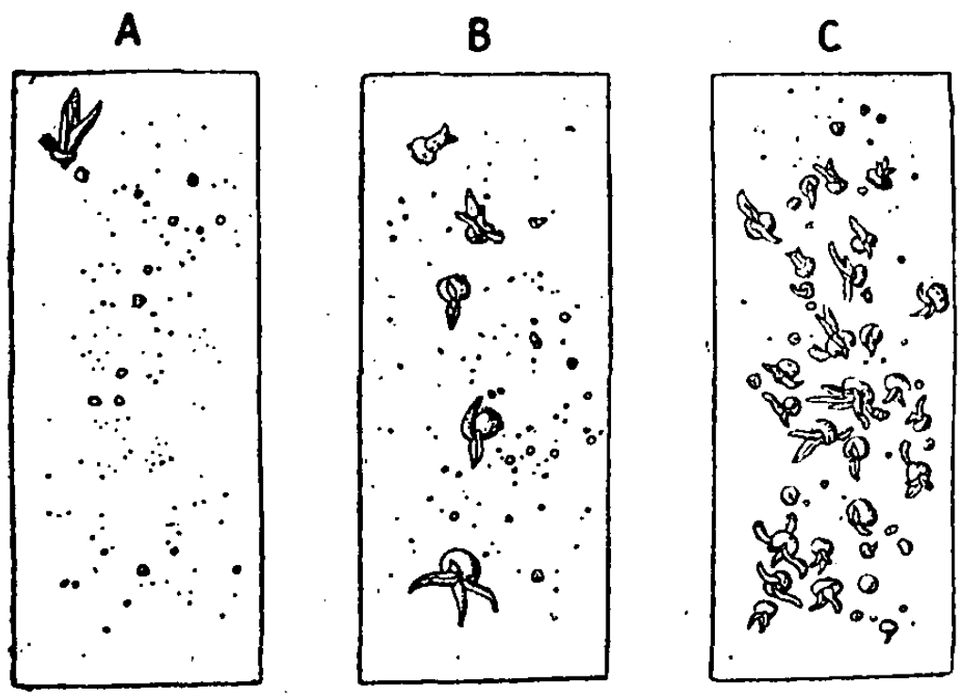


Fig. 124. — Trois semis de graines d'une Orchidée (*Lælio-Cattleya*), inoculés avec des Champignons d'activité croissante.
A, semis inoculé avec un Champignon atténue : les germinations sont très rares.
B, semis inoculé avec un Champignon plus virulent : les germinations sont plus nombreuses.
C, semis inoculé avec un Champignon tres virulent : la plupart des graines ont germé.
[D'après Noël Bernard (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, 9e sér, t. IX, 1909).]

symbiose. Enfin, si l'on parvient à réaliser une association anormale entre une Orchidée et un Champignon distinct de son endophyte spécifique (symbiose anormale entre le *Vanda*, par exemple, et le *Rhizoctonia lanuginosa*, endophyte des *Odontoglossum*), on peut assister à la naissance d'un être nouveau, différant profondément du type habituel des plantules de l'espèce considérée (fig. 126). Ce fait, dont nous avons déjà rencontré l'équivalent chez les Lichens, montre que la forme d'un organisme composite dépend non seulement de la nature du germe dont il est issu, mais encore de la nature spécifique du parasite qui lui est associé.

Noël Bernard a cherché à comprendre par quel mécanisme physico-chimique les Champignons pouvaient provoquer la germination et la tubérisation précoce des Orchidées. « L'art humain, écrivait-il en 1908, a souvent déjà surpassé la nature en créant des méthodes inusitées par elle. De même que l'on sait aujourd'hui faire développer des œufs d'animaux marins n'ayant subi aucune action fécondante de spermatozoïdes, j'ai réussi à faire germer sans Champignons des Orchidées qui, dans la nature, n'en sont jamais dépourvues (1).» La méthode qu'il employait à cet effet consistait à semer aseptiquement les graines sur des milieux fortement concentrés ; à partir d'une concentration convenable, les graines germent sans qu'il soit besoin de leur associer de Champignons ; avec des concentrations de plus en plus fortes, on accélère le développement, comme on l'accélérait en employant des Champignons de plus en plus actifs. Les plantules asymbiotiques ainsi obtenues ont d'ailleurs les formes en toupies caractéristiques, d'autant plus accentuées que la concentration est plus forte. La concentration agit donc comme un facteur physico-chimique équivalent à la symbiose. Cette expérience, une des plus suggestives que Noël Bernard ait réalisées, montre que les Champignons agissent en produisant dans les tissus de leurs hôtes, grâce aux diastases qu'ils sécrètent, des dislocations moléculaires qui ont pour effet d'accroître la concentration du suc cellulaire.

Symbiose et tubérisation. — Chez un grand nombre d'Orchidées, la production de tubercules ne se limite pas aux premiers stades du développement, mais continue à l'état adulte. Les tubercules adultes ne sont pas eux-mêmes envahis par le Champignon endophyte, mais ils ne se forment jamais qu'après l'invasion des racines de la plante par ce Champignon ; aussi est-il vraisemblable que leur développement,

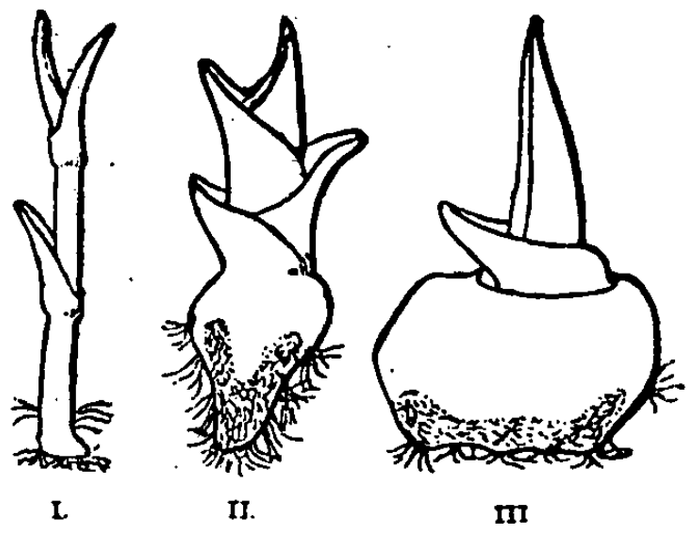


Fig. 125. — I, Jeune plante de *Bletilla hyacinthina* obtenue sans Champignons ne formant pas de tubercule.
II, Plantule de la même espèce, obtenue avec des Champignons virulents, produisant un tubercule.
III, Plantule de *Cattleya* : le développement ne peut se faire sans Champignons ; il y a toujours un tubercule embryonnaire très développé.
Dans les figures II et III, la région occupée par les Champignons, vue par transparence, est ombrée.
(D'après Noël Bernard.)

tout autant que celui du tubercule embryonnaire, est une conséquence de la symbiose. Mais les tubercules ne se rencontrent pas seulement

(1) Noël Bernard. La culture des Orchidées dans ses rapports avec la symbiose. Conférence faite à Gand, le 24 avril 1908.

chez les Orchidées ; ce sont des productions fort communes dans tous les groupes de végétaux. Faut-il admettre que des Champignons sont en cause dans les cas où on les rencontre ? Noël Bernard n'avait pas hésité à généraliser jusque-là sa théorie, en proposant de voir, dans l'apparition des tubercules, rhizomes ou autres organes pérennants des plantes vivaces, une conséquence de l'invasion des racines par un mycélium symbiotique. La tubérisation de la Pomme de terre, entre autres, serait le symptôme apparent d'une modification générale du milieu intérieur de la plante par l'action de Champignons endophytes vivant dans ses organes absorbants. En fait, chez les plantes annuelles, dépourvues d'organes pérennants, la symbiose fait généralement défaut, alors qu'elle est à peu près constante chez les plantes vivaces sauvages. Chez ces dernières, les radicelles sont envahies par des Champignons filamenteux qui se localisent, comme chez les Orchidées, dans la partie moyenne de l'écorce, mais qui, au lieu de former des pelotons serrés, donnent naissance à des rameaux secondaires extraordinairement ténus et ramifiés, décrits sous le nom d'arbuscules (1) ; ajoutons que l'on

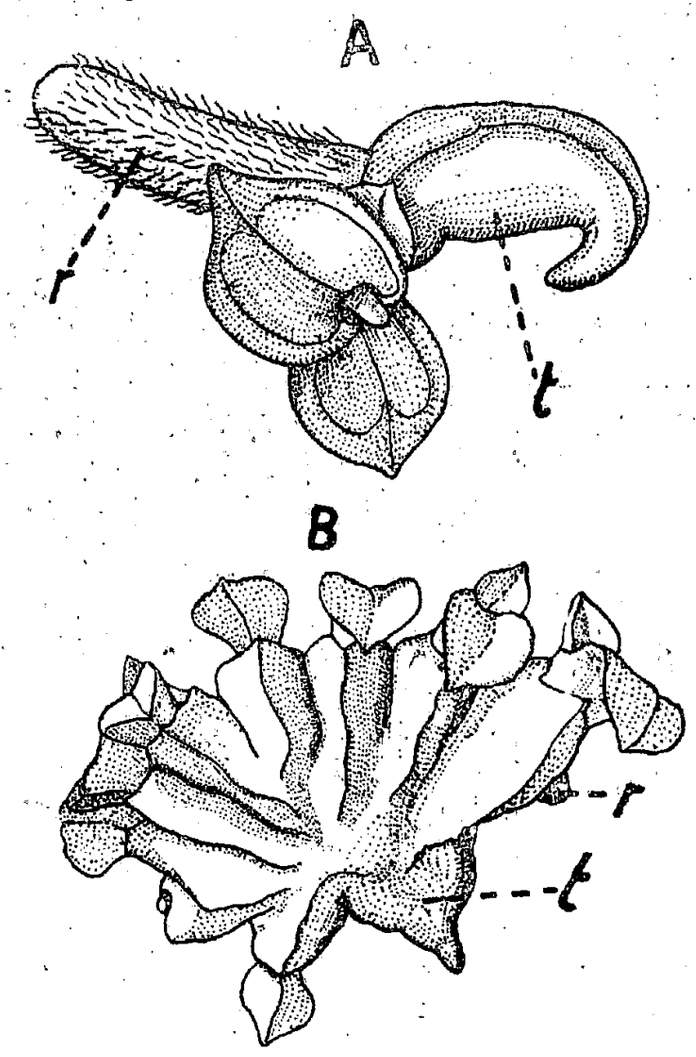


Fig. 126. — A, plantule normale d'une Orchidée (*Vanda*), obtenue avec le Champignon habituel des *Vanda* ; *t*, tubercule embryonnaire ; *r*, racine.
B, plantule anormale de la même espèce, obtenue avec le Champignon d'une autre orchidée (*Odontoglossum*) ; *t*, tubercule embryonnaire ; *r*, racine.
[D'après Noël Bernard (*loc-cit*)]

(1) On donne le nom de *mycorhizes* aux racines ainsi envahies par des Champignons symbiotiques (du grec μυκης, Champignon ; — ριζα, racine.)

n'est pas parvenu jusqu'ici à extraire ces Champignons des racines qu'ils infestent et à les cultiver isolément.

Sous sa forme généralisée, la théorie de l'origine parasitaire de la tubérisation, formulée par Noël Bernard, avait soulevé des objections. Des expériences dues à M. E. Laurent, à M. Molliard, et à Noël Bernard lui-même, ont montré, en effet, que chez diverses plantes, il est possible de provoquer la formation de tubercules sans le concours d'aucun microorganisme, en élevant, par un artifice convenable, la teneur de la sève en substances dissoutes. « Mais, répondait Noël Bernard, la présence, dans les tissus de la plante, de parasites capables de provoquer par leurs sécrétions diastasiques le dédoublement d'édifices moléculaires complexes est une des conditions qui peuvent amener la sève au degré de concentration nécessaire pour que la tubérisation se produise. » Nous avons vu, d'ailleurs, par l'exemple des Orchidées, que symbiose et concentration sont des facteurs équivalents, que l'on peut substituer l'un à l'autre sans que le résultat final de l'expérience soit modifié. Rien ne s'oppose à ce qu'il en soit de même dans d'autres cas, et des plantes que l'on fait tubériser par des moyens physico-chimiques doivent pouvoir tubériser de même sous l'action de Champignons symbiotiques.

Il restait à soumettre la question à l'expérience, en étudiant l'influence de la symbiose sur le développement d'une plante à tubercules telle que la Pomme de terre. L'entreprise n'allait pas sans difficultés ; en effet, chez la Pomme de terre cultivée, les Champignons symbiotiques font généralement défaut et, dans les conditions habituelles de culture, la fumure du sol, jointe à la sélection des semences, paraît suffire à assurer une production régulière de tubercules.

Mais il ne semble pas en être de même à l'état de nature. Chez les Pommes de terre sauvages, récoltées dans leurs stations naturelles sud-américaines, aussi bien que chez les congénères vivaces de la Pomme de terre, tels que la Douce-Amère, qui n'ont pas été soumis à la culture, les racines sont régulièrement envahies par un endophyte à arbuscules parfaitement caractérisé. Cette constatation rendait possible la réalisation expérimentale de la symbiose chez la Pomme de terre cultivée ; il suffisait pour cela de semer les graines de cette plante au pied de Douces-amères infestées. Les racines des jeunes plants issus des graines semées dans ces conditions ne tardent pas à être envahies par le mycélium symbiotique. Dès lors, deux cas peuvent se présenter : certaines plantes détruisent complètement, par une sorte de réaction phagocytaire, le Champignon qui tente de pénétrer leurs racines, et s'affranchissent ainsi

de la symbiose. D'autres, au contraire, se laissent largement envahir, et contractent avec l'endophyte une association durable. Or le développement ultérieur de la plante diffère dans les deux cas. Les plantes affranchies de la symbiose sont, par la suite, dépourvues de tubercules ; leurs rameaux secondaires évoluent en tiges aériennes feuillées ou en longues tiges souterraines grêles. Au contraire, les plantes soumises à la symbiose produisent toujours des tubercules développés à l'extrémité des courts rejets souterrains qui représentent les ramifications de la tige principale (fig. 127) (1). Il y a donc bien, dans cette expérience, la corrélation entre la symbiose et la tubérisation que prévoyait l'hypothèse de Noël Bernard (2).

*
* *

On voit, par ces divers exemples, que la symbiose est largement répandue dans tout le règne végétal, et qu'elle joue un rôle important dans le développement des êtres soumis à ce mode de vie, puisque des plantes aussi différentes que les Lichens, les Orchidées, la Pomme de terre, lui doivent quelques-uns des traits les plus caractéristiques de leur configuration. On retrouve des phénomènes de même ordre dans le règne animal, où les associations symbiotiques sont assez répandues pour acquérir, dans la biologie de groupes entiers, une importance de premier plan. Les cas de symbiose entre métazoaires et organismes inférieurs peuvent être répartis en deux groupes bien distincts, selon que les microorganismes symbiotiques renferment ou non de la chlorophylle.

Les animaux verts. — L'existence de corps verts ou zoochlorelles, de corps jaunes ou zooxanthelles, dans les tissus des Invertébrés a été signalée dès 1850. La nature de ces formations a fait l'objet de discussions qui rappellent les controverses relatives à la constitution des Lichens. Certains les ont considérées comme élaborées de toutes pièces par les organismes qui en sont porteurs, au même titre que les chloroplastes des plantes vertes ; d'autres les ont considérées comme des Algues unicellulaires, « nichées » dans le corps d'un hôte, selon l'expression de M. Bouvier (3).

Cette seconde interprétation est aujourd'hui universellement admise ; les zoochlorelles et les zooxanthelles ont la structure des Algues unicellulaires ; elles peuvent mener une existence

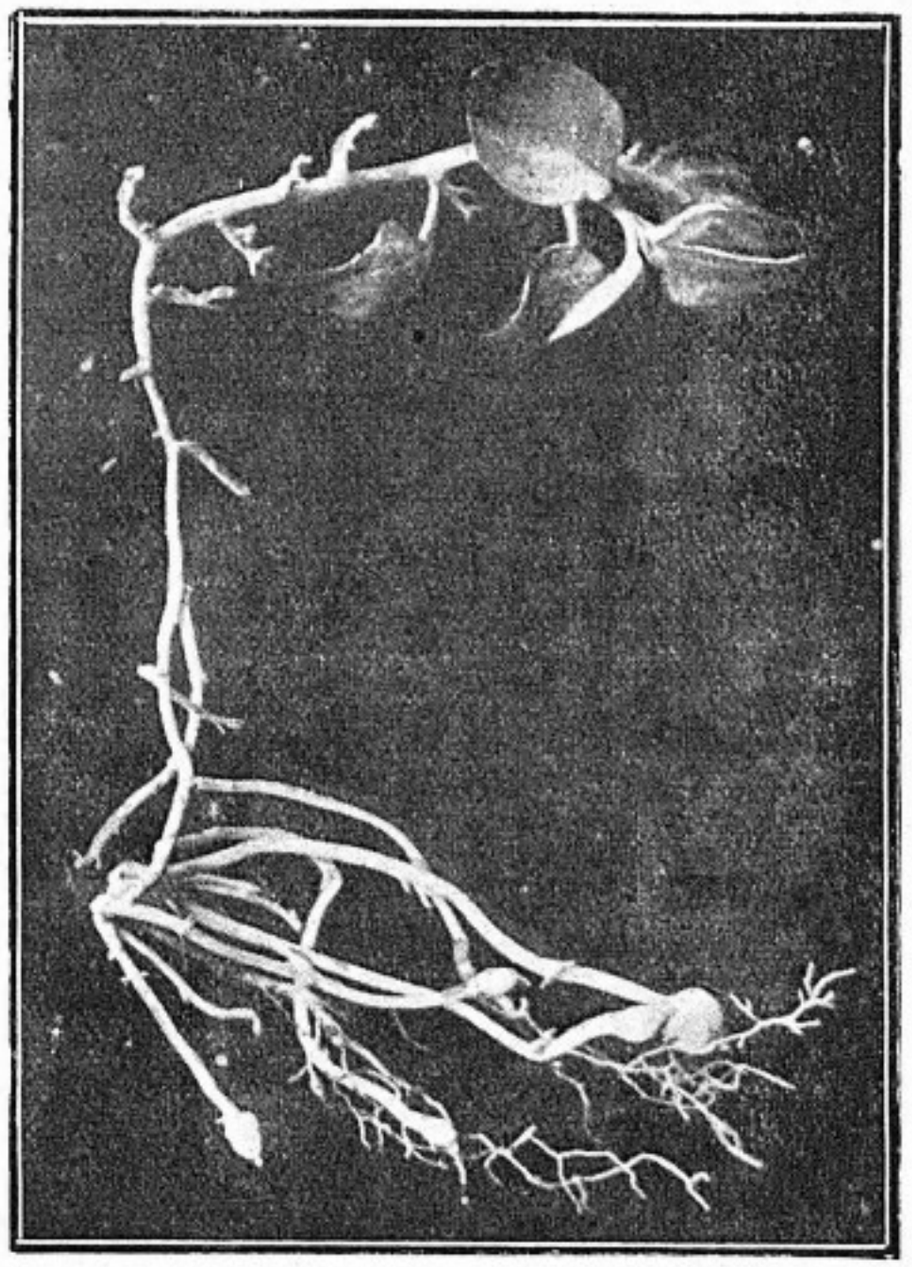


Fig. 127. — Symbiose et tubérisation chez la Pomme de terre. Plantule de Pommes de terre dont les racines sont largement envahies par le Champignon symbiotique; les tiges souterraines portent des tubercules.
(D'après J. Magrou).

(1) J. Magrou, Symbiose et Tubérisation, *Ann. Sc. nat. Bot.*, 10e série, t. III, 1921.

(2) Les Champignons ne sont pas les seuls Thallophytes capables de vivre en symbiose avec les plantes supérieures. Chez diverses plantes (Aulnes, Cycadées, Légumineuses, etc.), les racines sont régulièrement envahies par des bactéries et réagissent en formant des nodosités. L'exemple des Légumineuses est particulièrement classique; les microorganismes symbiotiques, largement répandus dans le sol, pénètrent les racines de ces plantes, sous forme de zooglées d'aspect filamenteux, formées par bactéries disposées en alignements réguliers et enrobées par une gangue muqueuse. Ces parasites provoquent l'hyperplasie et la déformation des radicelles en voie de développement, qui se transforment en tubercules ou nodosités; ils se développent en nombre immense dans les cellules centrales des tubercules, puis sont digérés par ces cellules; finalement, les nodosités dégénèrent elles-mêmes. Ces nodosités sont de véritables galles, des bactériorécidies, et la « symbiose » chez les Légumineuses a tous les caractères d'une maladie bactérienne. On connaît le parti que les Légumineuses tirent de cette maladie : les bactéries des nodosités fixent l'azote atmosphérique, et la plante, en digérant les zooglées qu'elles forment dans ses cellules, assure sa nutrition azotée. Je ne puis, sans dépasser les limites de cet article, traiter en détail la question de la symbiose chez les Légumineuses, qui a fait l'objet d'innombrables travaux. Voy. à ce sujet l'important mémoire récemment publié par M. P. A. Dangeard : (*Le Botaniste*, 16e série, 1926, pp. 1-212).

(3) Ed. Bouvier. *Bull. Soc. philomath.*, 8e série, t. V, p. 72, 1892.

autonome hors du corps de leurs hôtes ; il est possible, dans certains cas, de les inoculer à des races incolores d'animaux qui en sont habituellement pourvus. Ce sont donc bien des Algues, homologues, non des chloroleucytes des plantes vertes, mais des gonidies des Lichens.

La présence de zoochlorelles ou de zooxanthelles a été signalée chez les Protozoaires et dans tous les groupes d'Invertébrés, les Arthropodes exceptés. Nous prendrons comme type de description des associations de cette catégorie le cas d'un Turbellarié, *Convoluta roscoffensis*, bien étudié par MM. Keeble et Gamble (1).

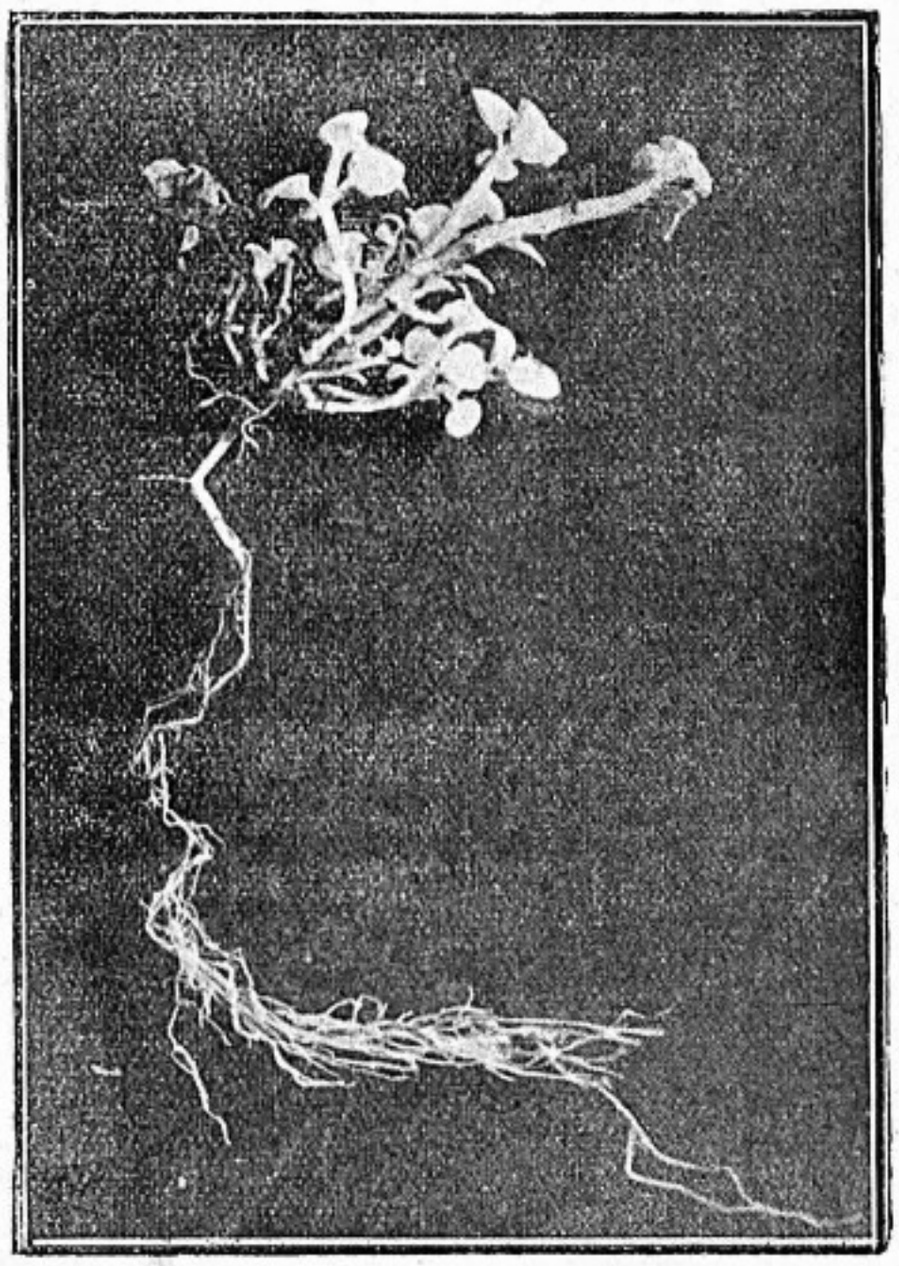


Fig. 128. — Symbiose et tubérisation chez la Pomme de terre. Plantule de Pomme de terre affranchie de la symbiose : les tubercules font défaut, les rameaux secondaires ont évolué en tiges aériennes feuillées.

(D'après J. Magrou.)

Les *Convoluta roscoffensis* sont de petites Planaires vertes de 4 mm. de long que l'on rencontre en nombre immense sur certaines plages, où elles forment un cordon ininterrompu au niveau supérieur des marées. Elles doivent leur coloration à des corpuscules microscopiques répandus dans tout leur corps, depuis les couches situées immédiatement au-dessous de l'épiderme, jusqu'aux tissus les plus profonds. Ces zoochlorelles sont intercellulaires ; elles occupent, en effet, les mailles d'un réticulum parenchymateux, et donnent aux tissus qui les hébergent l'apparence du mésophylle d'une feuille verte. Elles sont formées d'un corps protoplasmique renfermant un grand chloroplaste en forme de coupe. Les jeunes *Convoluta* sont incolores ; l'infestation par les zoochlorelles débute dans les trois jours qui suivent l'éclosion. Des œufs lavés à plusieurs reprises et maintenus dans l'eau de mer filtrée donnent des individus qui restent incolores pendant plusieurs semaines. Les cellules vertes, prélevées dans le corps de l'animal, sont incapables de développement autonome. La culture a été réalisée à partir des cocons vides, où les cellules libres sont attirées par chimiotactisme et commencent à se développer. Si à l'eau de mer filtrée contenant des *Convoluta* incolores, on ajoute l'Algue ainsi isolée, on réalise la synthèse de l'animal vert. Les cellules vertes en culture sont des éléments mobiles pourvus de quatre flagelles ; elles peuvent perdre leurs cils et s'enkyster ; les kystes donnent naissance à quatre nouveaux individus ciliés.

L'infestation de la Planaire se réalise par ingestion de cellules mobiles ou immobiles. Les cellules ingérées se divisent activement et prennent des formes anormales qui tiennent vraisemblablement à la faible pression osmotique du milieu intérieur de la Planaire (on peut en effet les réaliser artificiellement en plongeant les formes libres dans de l'eau de mer diluée). Le noyau des zoochlorelles qui se divisent dans le corps de l'animal dégénère et finalement disparaît, ce qui explique que les cellules vertes symbiotiques soient incapables de se développer en culture.

On peut distinguer dans l'évolution de la Planaire verte quatre phases, caractérisées chacune par un mode de nutrition différent ; au début, elle se nourrit par ingestion, à la manière des animaux ordinaires. Quand commence la phase d'infestation, elle se nourrit par ingestion, et aussi par photosynthèse, par l'intermédiaire des cellules vertes qu'elle héberge. Plus tard, l'ingestion cesse, la nutrition se fait uniquement par photosynthèse. Enfin, les individus âgés se nourrissent par digestion de leurs cellules vertes. Les cellules vertes utilisent les déchets de la nutrition azotée de l'animal, tels que l'urée et l'acide urique, et lui servent de système excréteur ; l'appareil excréteur manque, en effet, chez cet animal, alors qu'il existe chez les animaux voisins non verts.

La symbiose retentit profondément sur l'organisation des deux conjoints ; elle entraîne, chez les cellules vertes, l'hypertrophie, la dégénérescence nucléaire, la sénescence prématu-

(1) Keeble et Gamble. *The origin and nature of the green cells of Convoluta roscoffensis. Quart. Journ. of micros. Science*, t. LI, p. 167, 1907.

rée et la mort ; chez la Planaire, la suppression du système excréteur, la cessation de l'ingestion, le parasitisme obligé et des adaptations, telles que le phototropisme, qui facilitent l'activité photosynthétique des cellules vertes.

Bactéries et Champignons symbiotiques chez les animaux. — Parmi les nombreux cas de symbiose entre Invertébrés et bactéries, nous retiendrons celui des Céphalopodes phosphorescents, qui, selon M. Pierantoni, doivent leur phosphorescence à leur association avec des bactéries lumineuses. L'appareil lumineux des Céphalopodes comprend des tubes glandulaires gorgés de fines granulations, un réflecteur différencié aux dépens du tissu musculaire, et, superficiellement, une lentille différenciée aux dépens du tissu conjonctif. Pour MM. Pierantoni et Zirpolo (1), les granulations des tubes glandulaires ne seraient autres que des bactéries lumineuses ; ces auteurs appuient leur affirmation sur le fait qu'en prenant de minutieuses précautions d'asepsie, ils ont isolé des glandes des bactéries donnant une magnifique luminescence vert émeraude. Ces bactéries diffèrent d'ailleurs des bactéries lumineuses banales qui se rencontrent sur les Seiches ou les Poissons morts. L'appareil lumineux fonctionne de deux façons : par illumination intérieure de sa substance, ou par émission du contenu des tubes dans l'eau ambiante, qui se transforme en nappe lumineuse. Les germes photogènes se transmettraient de génération en génération lors de la ponte.

Les associations avec des Champignons symbiotiques sont de règle dans certains groupes d'Insectes, tels que les Pucerons, qui sont pourvus d'un organe spécial, le mycétome, formé de cellules renfermant des inclusions sphériques ou ovalaire qui ne sont autres que des Levures. Ces levures ont été cultivées par M. Pierantoni, M. Sulc, M. Buchner. L'infestation est héréditaire ; les Champignons symbiotiques passent de l'organisme maternel dans l'œuf ; au moment de la segmentation de ce dernier, ils sont englobés dans des cellules embryonnaires spécialisées, destinées à donner naissance au mycétome du nouvel individu.

Un autre cas, particulièrement intéressant, de symbiose héréditaire entre l'organisme animal et des Levures a été étudié par M. Roubaud chez les Glossines ou mouches tsétsés, agents de transmission de la maladie du sommeil de l'homme et des trypanosomiases animales (1).

(1) Pierantoni (U.), *R. C. Acad. Napoli*, 1914 ; *Pubbl. staz. zool. Napoli*, t. II, 1918 ; *Archivio zool*, t. IX, 1920 ; *Riv. di Biol.*, t. I, 1919. — Zirpolo (G.) ; *Natura*, t. X, 1919.

(1) E. Roubaud, Les particularités de la nutrition et la vie symbiotique chez les mouches Tsétsés. *Ann. Institut Pasteur*, t. XXXIII, 1919.

Les tsétsés, au lieu de pondre des œufs, comme c'est la règle générale chez les Insectes, sont vivipares, ou, plus précisément, pupipares, c'est-à-dire qu'elles donnent naissance à des larves qui se sont développées intégralement dans l'utérus maternel ; les larves sont nourries par une sécrétion particulière provenant de glandes annexes de l'appareil génital, très développées chez la mouche mère au cours de la gestation ; cette sécrétion est une émulsion de couleur blanche, riche en graisses et en substances albuminoïdes, et très comparable au lait des Mammifères, dont elle remplit les fonctions. La viviparité, avec toutes les conséquences anatomiques qui en découlent, n'a donc pu s'établir chez les tsétsés que grâce au développement exagéré des glandes annexes de l'utérus, dont les sécrétions accrues à l'excès ont rendu possible le développement utérin des larves. Une telle exagération des fonctions sécrétoires est elle-même liée au régime alimentaire intensif auquel la mouche mère est soumise.

Les tsétsés sont, en effet, des mouches piqueuses qui se nourrissent exclusivement du sang des Vertébrés à sang chaud ; leur tube digestif est incapable de digérer et d'absorber tout autre nourriture. Or, M. Roubaud établit, par une série d'observations et de raisonnements fort ingénieux, que le régime hémophage strict, qui retentit si profondément sur l'organisation des Glossines, est lié à la symbiose que ces mouches contractent obligatoirement avec les Levures. La constance absolue de ces Levures chez toutes les espèces de Glossines, leur présence à tous les stades du développement, montrent qu'il s'agit selon toute vraisemblance d'une association héréditaire. Chez la mouche adulte, les microorganismes symbiotiques existent en grand nombre dans les cellules de la région postérieure de l'intestin moyen (fig. 129), et selon M. Roubaud, ce sont elles qui, par leurs diastases, réalisent la digestion du sang ingéré par l'insecte. En fait, les mouches piqueuses, telles que les Stomoxes, chez lesquelles le régime hémophage n'est pas exclusif, sont ovipares et ne sont pas soumises à la symbiose. Par contre, tous les Diptères pupipares sont comme les Glossines des hémophages stricts et, comme elles, hébergent des Levures symbiotiques dans des cellules spécialisées de leur tube digestif. Ainsi a pu se réaliser, écrit M. Roubaud, « cette remarquable série adaptative que nous offre, dans le sens de l'ectoparasitisme, l'ensemble des Diptères pupipares, chez lesquels on peut suivre de façon si complète, avec l'atrophie progressive des ailes et la dégradation parasitaire croissante, une modification si complète du type de la mouche. » Si bien que l'évolution si singulière de ce groupe de mouches serait une conséquence de la symbiose, de même que, pour

Noël Bernard, l'évolution des Orchidées aurait été déterminée par l'action continue que les Champignons symbiotiques ont exercée sur les ancêtres de ces plantes, au cours de générations sans nombre.

Conclusions. — Des faits que nous venons de passer en revue, se dégagent deux conclusions générales.

En premier lieu, les réactions réciproques de deux organismes vivant en symbiose ne diffèrent par rien d'essentiel de celles qui s'établissent entre un parasite et son hôte. Si bien que la symbiose n'est qu'un cas particulier du parasitisme, et peut être définie comme la limite vers laquelle tend l'association de deux organismes dissemblables, quand leurs actions réciproques s'équilibrent.

D'autre part, la symbiose est capable de retentir profondément sur l'organisation des êtres soumis à ce mode de vie. Bornons-nous à rappeler l'exemple des Orchidées et, dans le règne animal, celui des Mouches pupipares, dont les caractères aberrants si singuliers découlent d'une association étroite avec des Champignons symbiotiques. On conçoit que la symbiose, en provoquant dans certains groupes d'organismes des modifications aussi profondes, ait pu agir, au cours des âges, comme un des facteurs de l'évolution du monde vivant. « Nos idées sur l'évolution, écrit Noël Bernard (1), n'ont eu pendant longtemps qu'une valeur philosophiques et spéculative, et c'est seulement au laboratoire qu'elles porteront leurs fruits... Depuis Pasteur, nous savons dans une certaine mesure cultiver et manier les végétaux inférieurs parasites, et l'on peut avoir l'espoir que les techniques pastoriennes, après avoir conquis presque tout le domaine de la pathologie, seront encore d'un bon usage dans l'étude expérimentale de la variation. En abordant la question de l'évolution par le cas des transformations dues à l'action de parasites, ce cas fût-il dans la nature extrêmement particulier, on prévoit au moins l'avantage de disposer d'un outil éprouvé de travail. »

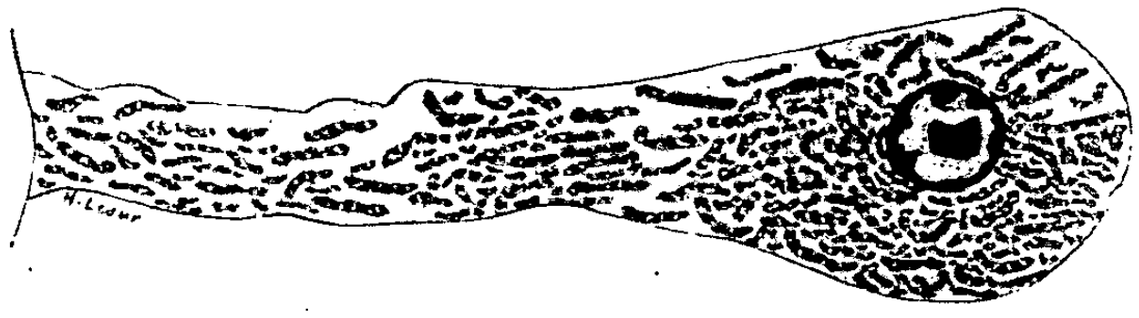


Fig. 129. — Une cellule de la zone des symbioses intestinaux chez *Glossina palpalis*. Le cytoplasme est bourré de levures intracellulaires ; le noyau repoussé vers la partie distale de l'élément. Gr. 1150.
D'après E. Roubaud (*Ann. Institut Pasteur*, t. 33, n. 28, août 1919).

J. Magrou,
Docteur ès-sciences,
Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur.

(1) *Revue des Idées*, 15 juillet 1905.

LA NOUVELLE ORGANISATION DE LA RECHERCHE ET DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR EN HOLLANDE (1)

Le développement industriel, agricole et commercial d'un pays entraîne une évolution incessante de ses services de recherches et d'enseignement.

Au lendemain de la guerre mondiale, la Hollande voyant tous les avantages qu'elle pouvait en tirer pour le maintien et l'accroissement de sa richesse, surtout dans la période de concurrence économique sans merci qui s'ouvrait, procéda à une modification de ses services de recherches et d'enseignement supérieur pour leur mise en harmonie avec les besoins nouveaux.

Sur les trois Universités d'Etat existant alors, l'une, Leyde, fut de plus en plus orientée vers les arts de l'ingénieur : mécanique, construction, électricité, chimie...., les deux autres, Utrecht et Groningen, se trouvèrent rééquipées pour les recherches et l'enseignement général ; et pour répondre aux nécessités d'une branche

(1) Conférence faite au groupe des Ingénieurs-Agronomes techniciens.

s'individualisant chaque jour plus nettement, l'ancien Institut Agronomique de Wageningen fut promu au rang d'Université d'Agronomie, jouissant ainsi des mêmes prérogatives que ses sœurs plus anciennes et délivrant comme elles pour les sections effectuant la formation des chercheurs le même grade de docteur ès-sciences.

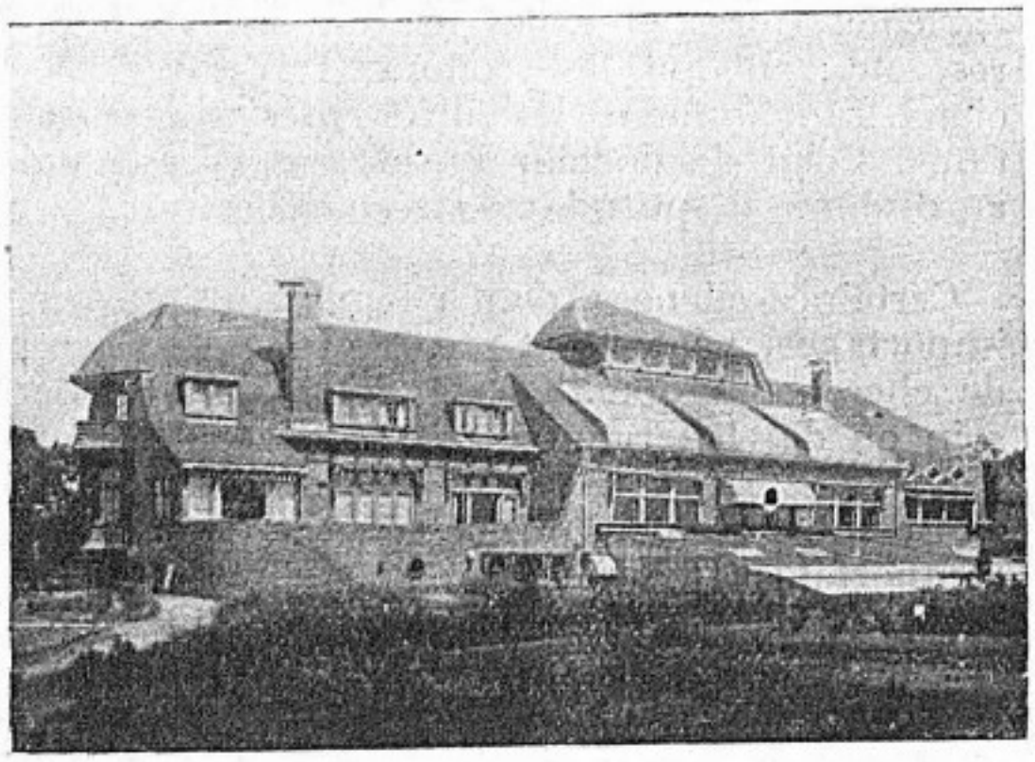


Fig. 130. — Type des nouveaux laboratoires de l'université d'Agronomie de Wageningen: le laboratoire de Physiologie végétale. Un bâtiment d'importance comparable, avec ses serres et ses terrains d'expérience, est réservé à chaque science.

Simultanément ses laboratoires étaient réaménagés et le plan général d'enseignement refondu afin de permettre à ce nouveau centre de répondre aux charges qui, dans une nation d'agriculture intensive, comme la Hollande, lui reviennent chaque jour plus nombreuses.

La Hollande s'engageant dans cette voie se moderniserait ainsi peu après l'Angleterre et l'Allemagne, suivant les principes qui furent la base de la prospérité si rapide du Nouveau Continent, exemple qui ne devait pas, d'ailleurs, tarder à être suivi, peu après elle, par l'Italie, inquiète aussi de son avenir en Europe (1).

Les services rendus par la nouvelle organisation, en dix ans de fonctionnement, le haut point de perfectionnement auquel est arrivée l'agriculture, tant en Hollande qu'aux Indes Néerlandaises, pays tous deux modèles incontestés en leur genre, sont les meilleurs gages de la justesse des vues qui présidèrent aux modifications effectuées, et se présentent aussi pour nous comme un sérieux avertissement au sujet du maintien de notre rang et de notre prestige.

(1) Voir notre étude : Les derniers progrès des sciences biologiques en Italie (*Revue Scientifique*, n° 7, 1926). Nous donnerons dans un prochain numéro, un aperçu sur les nouveaux Instituts de recherches en Angleterre et leur organisation.

***

L'un des caractères fondamentaux de l'Enseignement supérieur agricole hollandais est la double spécialisation des professeurs dans les rôles d'éducateurs et de chercheurs, c'est-à-dire que les principales chaires disposent d'un laboratoire bien équipé et doté de crédits de travail, où, comme dans nos Universités, le professeur fait des recherches concernant la discipline confiée. Ainsi la recherche est presque partout l'occupation fondamentale. Seulement, pour certaines disciplines de moindre importance, des conférences peuvent être demandées à des personnes non spécialement attachées à l'établissement.

Bon nombre des Sciences agronomiques exigent le champ ou l'étable à proximité du laboratoire aux fins d'expérimentation ; pour n'en citer que les principales, ce sont, par exemple, la Génétique, la Pathologie et la Zoologie agronomique, la Zootechnie, la Zoopathologie, l'Agrologie, la Physiologie végétale, la Poedologie, etc..., aussi l'Université d'agronomie hollandaise est-elle installée dans une petite ville de laquelle l'accès aux champs est-des plus facile : Wageningen. Mieux même, envisageant avant tout pour les progrès du pays le bon rendement des recherches, les laboratoires, autrefois établis au centre de la ville, en un bâtiment unique, correspondant à l'ancien Institut Agronomique, sont, depuis 1917, reconstruits les uns après les autres, aux abords immédiats de la ville, chacun étant entouré, selon les besoins de la discipline confiée, des 1 à 10 hectares de terrains d'essais indispensables à l'expérimentation.

Fig. 131. — Façade ouest du nouveau laboratoire de Pathologie végétale de Wageningen.

Chaque bâtiment dispose en propre de tout ce qui est nécessaire aux recherches : chambres chaudes, chambres froides, machine frigorifique, salles d'élevage, salles de culture, salles pour travailleurs, serres, cases de végétation... Pour l'enseignement, ces laboratoires possèdent individuellement un petit amphithéâtre, une salle de travaux pratiques et une salle de collection ; les élèves se déplacent d'un laboratoire à l'autre selon les cours et les exercices

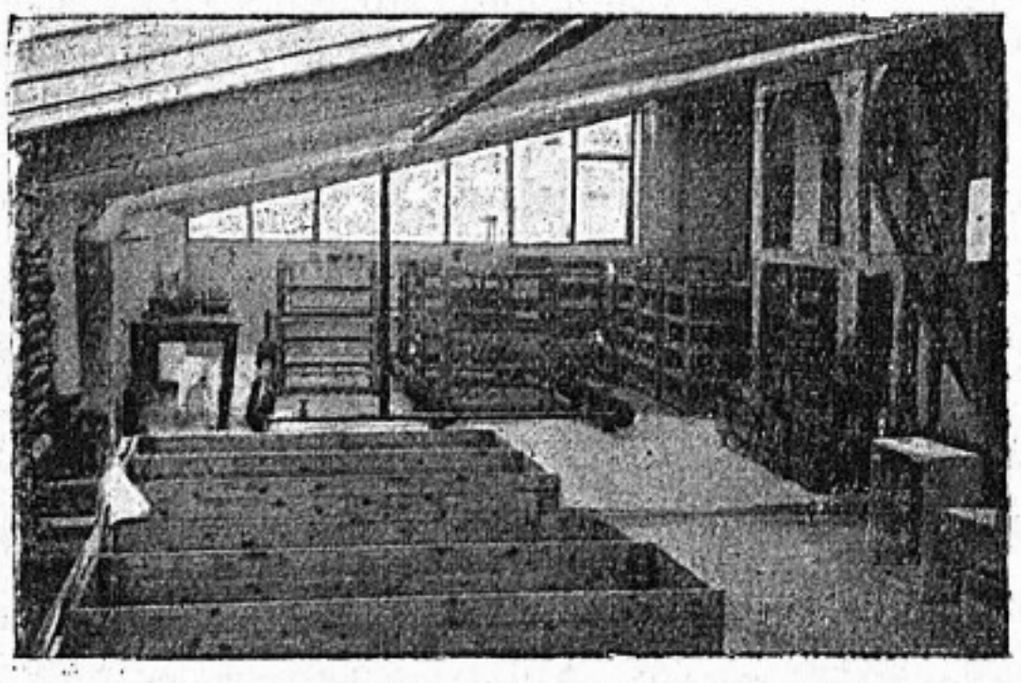


Fig. 132. — Type de serre réfrigérée pour essais sur les végétaux (Laboratoire de Pathologie végétale).

pratiques. L'usage très généralisé de la bicyclette en Hollande rend ces déplacements des plus faciles.

L'enseignement bénéficie au plus haut point de la grande part donnée aux recherches, car les cours sont faits par des personnes nettement spécialisées, et de par leurs occupations toujours au courant des derniers progrès accomplis ; de plus, ils sont professés dans une ambiance de travail : l'activité règne dans les laboratoires, des travailleurs s'y rencontrent, des expériences en cours sont visibles ou se devinent, les travaux pratiques portent sur des démonstrations d'expériences conduites sur place ; n'en faut-il pas plus pour donner confiance aux élèves sur l'utilité des enseignements professés, et par les progrès que les travaux de laboratoire apportent chaque jour dans les domaines les plus variés, sur la fécondité de tout rapport étroit de la pratique avec les recherches ?

Le plan du nouvel enseignement donné à Wageningen mérite aussi une attention spéciale. Selon la tendance actuelle de l'enseignement, tendance déjà suivie en Belgique, en Angleterre, en Italie et partiellement chez nous, il y a eu en Hollande prolongation des durées d'enseignement et organisation d'une spécialisation progressive des élèves ; les cours sont obligatoires. L'enseignement dure cinq années ; les deux premières envisagent les matières générales, et à partir de la troisième la spécialisation commence, portant sur les voies : agriculture, industries agricoles, agriculture coloniale, forêts, génie rural, spécialisation dans les recherches et pédagogie, etc... Chaque branche comporte, en dehors des cours, des séries de stages obligatoires de longueur variant de quelques mois à un an dans les exploitations agricoles, forestières, les usines, les laboratoires, etc., suivant les sections. Des titres spéciaux sanctionnent les différentes spécialisations. Celui de docteur ès-sciences correspond au diplôme d'aptitude aux recherches.

Certaines sciences, de par leur nature ou leur importance, nécessitent plus de laboratoires ou de chercheurs que l'enseignement n'en a besoin ou des laboratoires établis en des régions diverses. Aussi l'Université d'agronomie a-t-elle été complétée par un service de recherches comportant des professeurs sans chaires, placés dans un petit nombre des anciens laboratoires régionaux remaniés à cet effet. Au cours de notre étude, nous avons pu voir les centres merveilleusement organisés de Hoorn, dans les polders de la Hollande du Nord, pour les recherches sur le bétail et les industries laitières, de

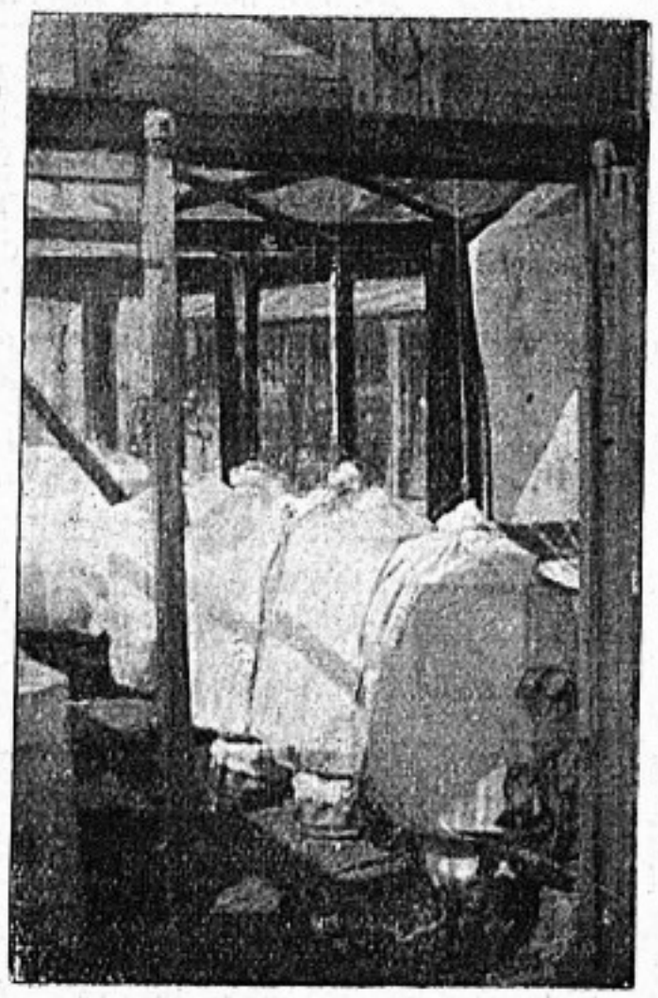


Fig. 133. — Isolement de pieds de Pommes de terre dans des cages en paille pour l'étude de la transmission de maladies par les Insectes.

Lisse pour l'étude de la culture des bulbes, près de Haarlem. Les recherches sur la mise en culture des sols sablonneux sont faites à la Station d'Agrologie de Groningen, dans le nord des Pays-Bas.

A côté de l'enseignement supérieur et égale-

ment bien organisé, se trouve l'enseignement moyen ; nous ne pouvons l'étudier dans ses détails ici, nous signalons seulement pour l'agriculture la division des écoles suivant les branches ci-après mises toutes sur le même rang : agriculture, horticulture, élevage, industries agricoles, agriculture coloniale.

Parallèlement au service de recherches et d'enseignement supérieur, bien doté comme lui en tant que crédits de fonctionnement et

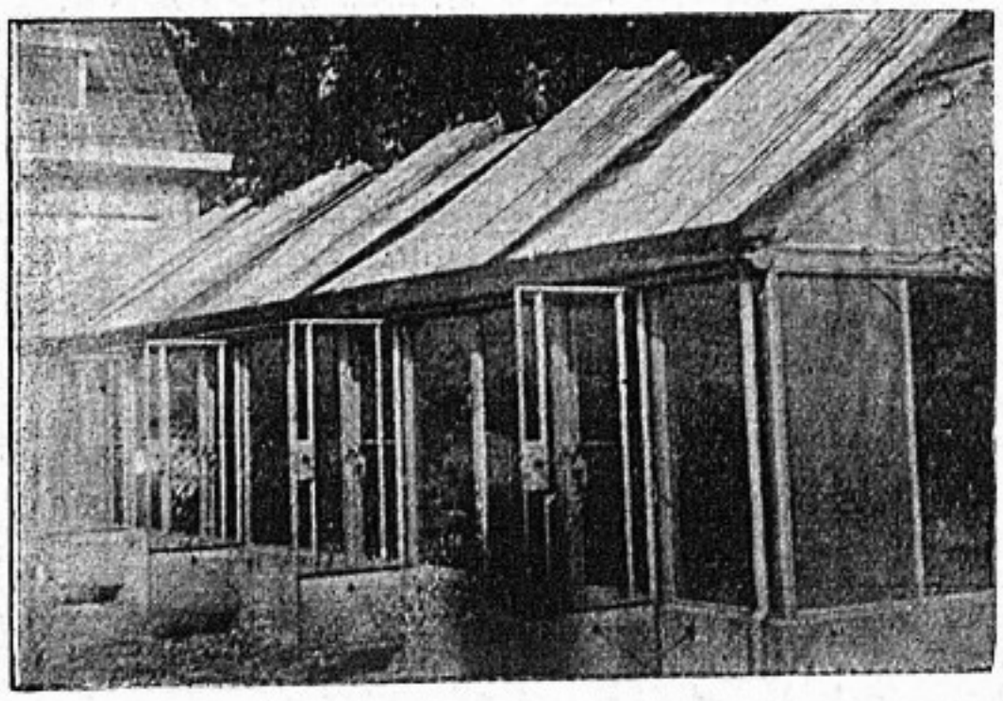


Fig. 134. — Serre divisée en compartiments pour l'isolement et la mise en observation de plantes malades (Laboratoire de Pathologie végétale).

salaires du personnel, mais séparés depuis 1911, se trouvent les services de contrôle. Ils comprennent des laboratoires centraux, chacun entouré de réseaux d'agents régionaux spéciaux, réseaux plus ou moins denses suivant les nécessités des différentes disciplines. Les laboratoires centraux se trouvent en majorité réunis à Wageningen : semences, inspection phytopathologique, aliments du bétail, farines panifiables, etc., sauf pour les engrais où un grand laboratoire existe à Maestrich.

*
* *

En dehors de l'indication donnée au début sur les conséquences économiques à compter pour nous de l'activité actuelle de la Hollande, notre étude serait incomplète si nous ne dégagions en fin d'analyse les grandes lignes des enseignements que nous devons retirer de l'expérience hollandaise pour notre évolution propre.

Sur le niveau à donner aux sciences agronomiques, à leurs laboratoires et à leurs chercheurs par rapport aux autres sciences, qui, plus vieilles, de limites moins complexes et de cadres moins spécialisés sont plus connues, aucune discussion n'est à ouvrir, ce sont là des modifications s'imposant avec le temps.

Par contre, quant au type d'organisation générale des services à adopter, il ne faudrait pas, à notre avis, conclure à une copie rigoureuse de la Hollande ; il nous faut tenir compte des particularités de notre race, des superficies, population totale et habitudes différentes du pays, enfin de ce qui existe déjà chez nous et des points sur lesquels nos institutions se montrent plus perfectionnées ou mieux adaptées à nos besoins que celles d'autres pays. Ainsi il nous semble qu'il n'y a pas lieu de songer, malgré certains avantages, à la création de toutes pièces d'une grande Université d'agronomie, demi-champêtre comme celle de Wageningen. Notre Institut National Agronomique avec ses sections ou ses écoles d'application, nos Ecoles nationales d'Agriculture, des Ecoles dépendant des Universités, l'Institut des Recherches Agronomiques, nous offrent déjà un ensemble auquel divers compléments apportés selon les tendances actuelles de modification progressive de l'enseignement (1) suffiraient pour doter notre pays d'un cadre de recherches et d'enseignement agricoles aussi complet que celui dont bénéficie actuellement la Hollande.

Recherches et enseignement ainsi groupés suivant les sciences et les buts envisagés en divers établissements, on ne voit pas pourquoi une bonne harmonie générale dans le travail

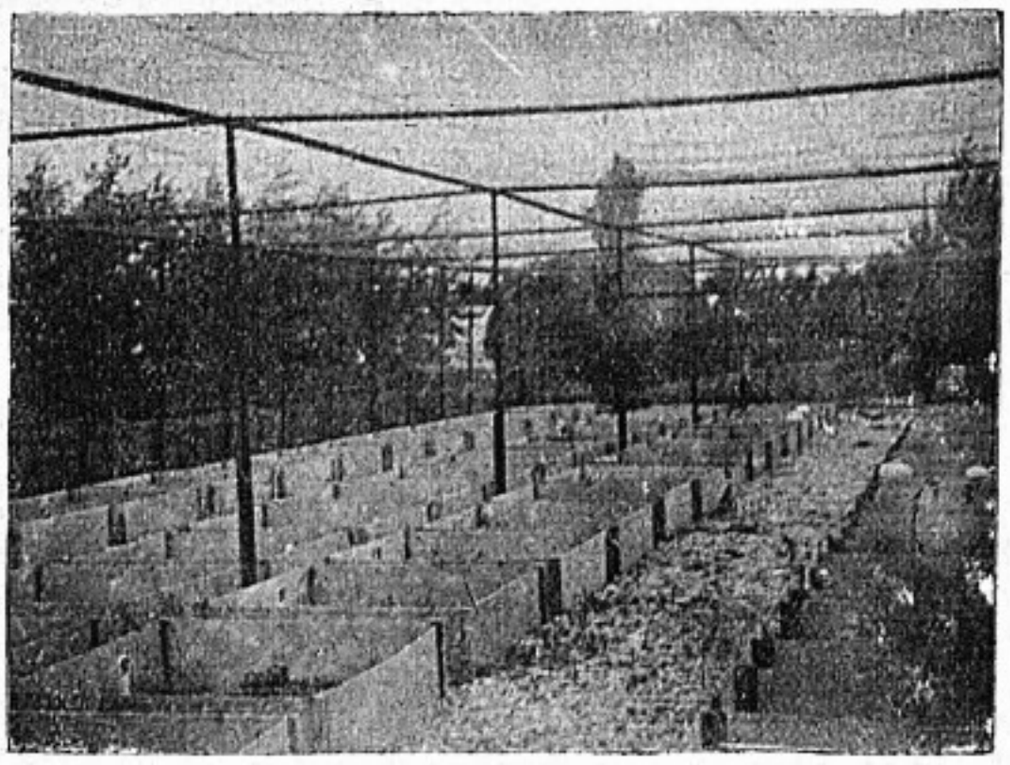


Fig. 135 — Groupe de cases de végétation pour l'étude des maladies des Jacinthes (Laboratoire de Line).

et les buts assignés, une spécialisation des établissements en rapport avec les possibilités topographiques de chacun, ne permettrait pas à une telle organisation, un rendement compara-

(1) Voir études faites par l'Association pour l'avancement des Recherches Agronomiques.

ble à celui du service plus centralisé de la Hollande ?

Les laboratoires des Ecoles d'Agriculture, après dotation de crédits de recherches à côté de ceux d'enseignement, verraient leur complément dans les Centres et les Stations de l'Institut des Recherches Agronomiques ; ainsi, l'Institut Agronomique de Paris, pour les recherches nécessitant la proximité constante du champ d'expérience se trouve naturellement complété par le Centre de Recherches Agronomiques de Versailles, centre actuellement en voie d'achèvement.

Déjà installés, se trouvent chez nous, comme en Hollande, parallèlement aux Recherches et à l'Enseignement, d'une part, le Service de la Répression des Fraudes, dont l'organisation servit de modèle à bien des pays, et, d'autre part, complétant l'ensemble des Services d'Etat, les Stations mixtes dépendant des départements, et assurant à la fois les recherches et le contrôle local.

Nous possédons somme toute en France pour les recherches et l'enseignement un cadre déjà fort important, mais cadre auquel il faudrait diverses adjonctions et une dotation plus large, pour nous donner l'équivalent de ce dont disposent déjà nos voisins, et en particulier la Hollande, en ce qui concerne les progrès à faire faire aux sciences agronomiques et leur entrée rapide dans la pratique.

Les circonstances économiques actuelles ne permettent malheureusement pas entre nations concurrentes une prolongation sans dangers du moindre état de déséquilibre entre les moyens mis en œuvre de part et d'autre pour les progrès ; aussi tenions-nous par la présente étude à révéler sans retard l'état d'avancement d'un de nos voisins des plus réputé pour son activité.

B. Trouvelot.
Entomologiste à l'Institut
des Recherches Agronomiques.
(Station centrale d'Entomologie de Paris).

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

La structure des nébuleuses. — M. Fessenkoff expose dans *Scientia* (1-VII, 1926), les raisons qu'il a maintenant de penser que les nébuleuses ne sont pas gazeuses, mais formées de fines poussières de matière météorique. L'un des principaux arguments qu'il invoque est le fait que les nébuleuses qui ont produit les étoiles ont un pouvoir d'absorption considérable pour la lumière. Or l'absorption de la lumière par un milieu gazeux raréfié est très faible; cette absorption augmente, pour une même quantité totale de matière, avec la grosseur des particules L'absorption maxima est produite lorsque les particules ont un diamètre d'environ un tiers de la longueur d'onde de la lumière. Le diamètre continuant à croître, l'ensemble des particules devient de plus en plus translucide. Aussi, est-il nécessaire, ou d'attribuer à ces nébuleuses une masse énorme dépassant notre intelligence, ou d'admettre qu'elles sont constituées de matière météorique subtile.

Les corpuscules météoriques distincts ont les différentes vitesses de leurs mouvements orientées de toutes les manières possibles. L'action réciproque de ces particules est insignifiante, mais chaque particule est attirée par la masse entière de la nébuleuse, particulièrement par la condensation voisine.

Bien que la nébuleuse soit extrêmement raréfiée, les corpuscules météoriques de temps à autre se rencontrent les uns les autres, perdent une certaine quantité de leur vitesse et tombent sur la condensation la plus rapprochée. Aussi, si la nébuleuse météorique n'est pas entièrement homogène, ce qui paraît probable, son hétérogénéité tend à augmenter de plus en plus. La manière de se comporter d'une nébuleuse gazeuse serait entièrement différente.

« A première vue, il serait naturel de supposer que l'état primordial de la matière est l'état gazeux raréfié. Mais c'est une chose sur laquelle nous ne savons absolument rien. Peut-être, dans la circulation éternelle de la matière, cette conception est-elle dépourvue de sens. Nous commençons simplement par la matière météorique, parce que les propriétés des nébuleuses chaotiques nous font supposer son existence. »

Ainsi, dans la nébuleuse météorique, les centres de condensation apparaissent graduellement plus distincts. Leurs masses et leur densités croissent, la vitesse des particules à leur intérieur augmente et les collisions deviennent plus nombreuses.

Une faible vitesse dans les collisions conduit à l'augmentation de la masse de condensation, une vitesse suffisante entraîne la vaporisation des particules. Les gaz incandescents apparaissent et la nébuleuse gazeuse mélangée à la matière météorique s'accroît au centre et s'étend graduellement dans toutes les directions. Ses portions extérieures peuvent avoir une constitution purement météorique et posséder un grand pouvoir d'absorption de la lumière, mais les parties intérieures se transforment continuellement en gaz Ainsi, au sein des nébuleuses météoriques prennent naissance des amas gazeux, bien que l'espace intermédiaire puisse toujours être rempli d'une fine poussière météorique.

A. Bc.

Radioélectricité

Le rayonnement des antennes de la T. S. F. — M. Mesny (*Bulletin de la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale, juillet-août-septembre* 1926), a résumé fort nettement nos connaissances actuelles sur le difficile problème du rayonnement des antennes.

On établit que le champ électrique E en un point du plan situé à une distance D est vertical et donné par la formule :

$$(1) \qquad E = \frac{120\,\pi\,h\,I}{\Lambda\,D}$$

h étant exprimé en mètres, I en ampères Λ et D en kilomètres, E en microvolts par mètre.

Pour une antenne réelle, on convient d'appeler *hauteur de rayonnement* la hauteur *h* qu'il faut introduire dans cette formule pour obtenir la valeur du champ effectivement rayonné, I représentant alors l'intensité du courant à la base de l'antenne. On détermine la hauteur de rayonnement au moyen d'une mesure de champ.

Pour les antennes les plus fréquentes, comportant une longue nappe horizontale et une descente verticale, la hauteur de rayonnement est comprise entre 50 et 65 centièmes de la hauteur de la nappe; la hauteur de rayonnement d'une antenne filiforme de hauteur H est égale à $\frac{2}{\pi}$ H.

L'énergie rayonnée par l'antenne est, en watts :

$$(2) \qquad W = 1600\left(\frac{h}{\Lambda}\right)^2 I^2$$

I étant l'intensité efficace mesurée en ampères à la base de l'antenne.

Si l'on met W sous la forme R I^2, R est ce qu'on appelle la résistance de rayonnement de l'antenne; sa valeur en ohms est :

$$(3) \qquad R = 1600\left(\frac{h}{\Lambda}\right)^2$$

C'est la résistance utile de l'antenne; il est intéressant de voir comment elle varie avec la longueur d'onde et de la comparer aux résistances passives. Celles-ci proviennent de la résistance ohmique des conducteurs et surtout des pertes d'énergie dans le sol et les diélectriques voisins. Pour Λ = 18900 m. et *h* = 170 m., ce qui correspond à la station Lafayette à Bordeaux, la résistance de rayonnement vaut seulement 0,13 ohm. Pour une antenne filiforme verticale de 4 m. de hauteur et une onde de 25 m., cette résistance atteint 16,5 ohms. Si maintenant, on considère que la résistance passive de l'antenne d'une station à onde longue est, en moyenne, de 0,75 ohm et que celle de la petite antenne ci-dessus est de l'ordre de 10 ohms, on voit que le rendement de la petite antenne sur onde courte atteint 0,62 au lieu de 0,15 pour la grande. C'est un avantage important des ondes courtes.

Les antennes généralement employées rayonnent leur énergie indistinctement suivant toutes les directions de l'horizon. Dans un vertical, la densité d'énergie est maxima suivant l'horizon; elle diminue avec la distance zénithale pour s'annuler vers le zénith. Il serait possible, par l'emploi de dispositifs analogues à ceux de l'optique, de réaliser des systèmes dans lesquels l'énergie serait concentrée en faisceaux relativement étroits suivant une direction quelconque. Mais les dimensions des systèmes employés doivent être au moins de l'ordre de grandeur des longueurs d'ondes; ce qui limite leur emploi aux ondes les plus courtes, inférieures à 50 mètres par exemple (1).

Les formules théoriques, qu'on peut considérer comme fournissant des valeurs approchées dans le cas des grandes longueurs d'onde, ne conviennent plus du tout pour les ondes courtes. Les valeurs observées du champ peuvent être considérablement plus grandes que les valeurs calculées.

Toutes ces remarques font ressortir certains avantages des ondes courtes. Mais pour apprécier complètement l'influence de la longueur d'onde sur l'exploitation commerciale, il est nécessaire d'examiner aussi la question de la réception. D'après M. de Bellescize, avec des récepteurs également soignés, les résultats obtenus dans la réception d'ondes de différentes longueurs restent identiques si l'expression $\frac{E}{N\Lambda}$ conserve une valeur constante.

Dans ce rapport, E représente le champ de l'onde dans la région du récepteur, N est le nombre de mots passés dans l'unité de temps, Λ la longueur d'onde employée.

Dans ces conditions, on voit que, toutes choses égales d'ailleurs, le champ produit par l'émetteur peut diminuer en même temps que la longueur d'onde. Dans le cas des ondes courtes on peut donc réduire considérablement la puissance d'émission, pourvu que l'absorption de l'énergie au cours de la propagation ne soit pas trop considérable pour ces ondes; or, l'observation montre que l'absorption des ondes plus courtes que 100 m. est extrêmement petite, au moins dans certaines conditions. Il n'est pas étonnant qu'on ait rencontré, avec ces dernières ondes, des conditions très favorables au trafic. A. Bc.

Géophysique

Aplatissement de la Terre dans les Régions polaires. — La première question polaire que doit se poser un géophysicien, ou un géographe, est relative à la forme de la terre au voisinage des pôles.

Pour déterminer la forme du globe, on sait qu'il faut faire des mesures géodésiques comparatives dans le voisinage de l'équateur et dans celui du pôle. Sans doute, les longues triangulations que nécessite la mesure d'un arc de méridien, sont difficiles pour ne pas dire impossibles, dans les régions polaires (1). Mais on peut y suppléer par des observations pendulaires, qui donnent une mesure de la pesanteur.

La Terre, abstraction faite des irrégularités de sa surface, a sensiblement la forme d'un ellipsoïde de révolution aplati aux pôles : la longueur d'un arc de méridien de 1° va en croissant de l'équateur au pôle (110.564 mètres à l'équateur, 111.702 mètres au pôle, soit une différence de plus d'un kilomètre). La forme d'ellipsoïde est due à l'action de la force centrifuge qui, dans l'hypothèse de la fluidité primitive, a produit le renflement équatorial et l'aplatissement au pôle.

En réalité, la forme de la Terre s'écarte légèrement de l'ellipsoïde géométrique. Si l'on adopte comme surface de la Terre la surface des océans au repos, par rapport à laquelle on évalue les altitudes, cette surface, à laquelle on a donné le nom de *géoïde*, est une surface de niveau, c'est-à-dire qu'elle est perpendiculaire en chaque point à la direction de la pesanteur.

Pour définir la forme générale du géoïde, il faut con-

(1) La formule 1 ne convient que pour des distances relativement faibles. En y ajoutant un facteur exponentiel, M. Austin a obtenu une formule empirique qui fournit des valeurs assez voisines de la réalité.

$$E = \frac{130\pi\,hi}{\Lambda}\,e^{-0{,}0015\,\frac{D}{\Lambda}}$$

les unités étant les mêmes que dans la formule 1.

(1) Un arc de méridien a été mesuré au Spitzberg en 1910 par des savants russes et suédois.

naître la distribution normale de l'intensité g de la pesanteur.

Helmert, d'après les observations faites en 1.600 stations a proposé, en 1901, la formule suivante, donnant la valeur de g en fonction de la latitude φ.

$g = 978{,}046\ [1 + 0{,}005{,}302\ \sin^2\varphi - 0{,}000.007\ \sin^2 2\varphi]$ C.G. S.

D'après cette formule, le géoïde est très voisin de l'ellipsoïde de révolution, mais n'est pas susceptible d'une définition mathématique simple (1).

La valeur de l'aplatissement du géoïde, c'est-à-dire le rapport de la différence du rayon équatorial et du rayon polaire au rayon équatorial est, d'après Helmert, de $\frac{1}{298{,}3}$. Bessel, en utilisant l'ensemble des mesures d'arc de méridien, avait, en 1841, trouvé $\frac{1}{299.1}$ comme aplatissement de la Terre, et Clarke, en 1880, avait proposé $\frac{1}{293{,}5}$ valeur adoptée pour la construction des cartes.

La valeur adoptée en 1924 par la section de géodésie de l'Union géodésique et géophysique internationale est de $\frac{1}{297}$

Valeur de la pesanteur au voisinage du pôle. — La valeur de g au pôle serait, d'après la formule de Helmert de 983,232, alors qu'elle est à l'équateur de 978,046.

L'observation la plus proche du pôle que nous possédions est celle faite à bord du *Fram* sur l'océan polaire, par 85°55′ N et 64°28′ E, qui a donné comme valeur de g 983,171, alors que la formule de Helmert donne 983,205.

Dans l'hémisphère austral, les observations de pesanteur sont beaucoup plus éloignées du pôle. Elles n'ont été exécutées dans l'Antarctique que par les expéditions françaises. En 1924, pendant l'expédition du *Français*, Matha a trouvé à Wandel, par la latitude de 65°04′ S, une valeur de g égale à 982,439, soit une différence de + 0,116 avec la formule de Helmert.

M. Bongrain, membre de la Deuxième Expédition Antarctique Française, a fait une importante série d'expériences entre La Plata et la latitude de 68° (1), dont voici les résultats :

Latitude de	Stations	g observé	g calculé d'après la formule d Helmert	Différence
35°	La Plata	979,820	979,700	+ 0,120
53°	Punta Arenas	981,349	981,325	+ 0,025
62°48′	I. Déception (Pendulum love)	982,211	982,116	+ 0,095
62°58′	I. Déception (Anse des Baleiniers)	982,191	982,120	+ 0,071
64°49′	Pt Lockroy	982,275	982,211	+ 0,064
65°10′	I. Petermann	982,418	982,275	+ 0,144
67°43′	Ile Jenny	982,480	982,446	+ 0,034

Il est difficile d'interpréter ces observations. Indiquent-elles un aplatissement légèrement supérieur à celui qu'on déduit de la formule d'Helmert, et peuvent-elles être considérées comme une justification de la valeur $\frac{1}{297}$ adoptée par l'Union géodésique et géophysique internationale? Indiquent-elles une densité locale plus grande des masses terrestres situées entre l'observateur et le centre de la terre? L'influence d'ailleurs des attractions locales est mal connue et, dans la plupart de ces mesures antarctiques, des masses montagneuses de plus de 1.000 mètres de hauteur étaient toujours assez proches du lieu d'observation.

Les anomalies de la pesanteur peuvent se classer en gros de la manière suivante : alors que, dans la plus grande partie de l'intérieur des continents, la pesanteur est normale, elle est en général anormale par défaut dans les régions montagneuses; la pesanteur est normale dans la plus grande partie des mers, et anormale par excès dans les îles isolées. Près des côtes des continents, elle diffère peu de la normale, avec parfois, de légères anomalies par défaut ou par excès.

Les anomalies trouvées par M. Bongrain entrent dans cette dernière catégorie : elles sont toutes par excès, mais assez faibles. (Des anomalies de 0,25, et même de 0,50, ont été observées en de nombreux points du globe). Il est donc sage de s'en tenir pour le moment à la conclusion prudente de M. Ch. Maurain : « Les anomalies locales de la pesanteur indiquent des singularités dans la distribution des masses des couches sous-jacentes voisines, mais il est difficile de déduire de ces indications des renseignements de quelque précision » (2).

J. Rouch.

(1) Pour que la pesanteur, comme l'indique la formule d'Helmert, ne dépende que de la latitude, malgré la densité relativement faible de la mer, et malgré les montagnes, il faut que, dans les couches terrestres sous-jacentes, il y ait une répartition des masses qui fasse sensiblement équilibre aux défauts, ou excès d'attraction, provenant de la mer ou des montagnes, c'est-à-dire qu'au-dessous des cavités où se trouvent les mers doivent exister des masses d'une densité supérieure à la moyenne, tandis que sous les reliefs des continents doivent se trouver des masses de densité moyenne inférieure. C'est ce qu'on appelle la *répartition isostatique des masses*.

(1) Ces résultats sont encore inédits. Je remercie M. Bongrain de m'avoir autorisé à la publier.

(2) C. Maurain, *Physique du globe* (*Collection Colin*). A l'heure actuelle, rien ne prouve qu'il n'y a pas symétrie exacte entre les deux hémisphères du géoïde et que le pôle nord est aplati par rapport au pôle sud, ainsi qu'on l'a avancé quelquefois.

Hygiène

La Toxicité des gaz d'échappement des Automobiles. — M. A. Billaz poursuit, dans la « *Vie Technique et Industrielle* » une intéressante étude sur les gaz d'échappement des automobiles. L'article qui a été publié en novembre est particulièrement interessant car il traite des gaz autres que l'oxyde de carbone — dont on connaît les dangers — et des conséquences anti-hygiéniques de l'emploi des antidétonants.

Lorsque les carburants, essence ou benzol, surtout ce dernier, sont employés dans des moteurs où la combustion est défectueuse, les vapeur carburantes non brûlées ajoutent leur toxicité à celle de l'oxyde de carbone résultant des combustions incomplètes.

Le danger est assez grand, surtout dans les garages non ventilés; il réside dans les vapeurs dégagées au cours des manipulations et dans l'échappement des moteurs; il est insidieux, commençant par des maux de tête, des nausées et s'affirmant seulement lorsqu'une hémorragie sous-cutanée vient marquer le progrès de la maladie.

L'empoisonnement de l'air de la rue est généralement moins grave; il serait intéressant cependant de contrôler la composition de l'atmosphère de certaines rues fréquentées par les automobiles, notamment par les voitures qui marchent au ralenti.

Ces recherches seraient indispensables si l'usage des antidétonants venait à se généraliser.

On emploie, en effet, mais surtout en Amérique, du plomb tétra-éthyl, que l'on ajoute à l'essence afin de pouvoir augmenter le taux de la compresion préalable des moteurs, ce qui procure un meilleur rendement.

Nous n'examinerons pas les dangers auxquels sont exposés les ouvriers qui préparent ou manipulent cette substance ou ses mélanges avec l'essence; nous nous bornerons à signaler les conséquences de son emploi pour la toxicité des gaz d'échappement.

Tous les composés du plomb sont très toxiques, ils s'accumulent lentement dans le corps où ils ne provoquent d'abord aucun trouble, les symptômes d'empoisonnement apparaissant ensuite brusquement, de la manière la plus grave : coliques, sclérose rénale, paralysie, hémorragie cérébrale.

Que l'on n'objecte pas que les quantités d'éthyl-gazoline soient incapables de présenter un danger sérieux. M. Bilaz calcule que si l'antidétonant avait été mélangé à toute l'essence que nos automobiles ont consommée à Paris en 1925, plus de 48 tonnes de plomb, sous forme de bromure, chlorure, sulfate, plomb métallique finement divisé, s'ajouteraient anuellement aux 79 millions de mètres cubes d'oxyde de carbone provenant de moteurs mal réglés.

Le *Bureau of Mines* des Etats-Unis a d'ailleurs poursuivi des essais qui ne laissent aucun doute sur les dangers du plomb tétra-éthyl.

A une essence ordinaire, on ajoutait 0,06 p. 100 de plomb tétra-éthyl et 0,06 p. 100 de dibromure ou de trichloréthyline, en volume. Cette essence était employée dans un moteur Delco et les gaz d'échappement étaient conduits par un tuyau de 78 m/m. de diamètre et un pot d'échappement, dans une chambre de 1.000 pieds cubiques (28 m³ 214) à travers laquelle un courant d'air renouvelait complètement l'air toutes les deux minutes. La quantité de plomb introduite était de 1 gr. 5 par jour; le taux d'oxyde de carbone était aussi bas que possible : 4 p. 10.000.

On plaça dans des cages, de 3 à 6 heures par jour, différents animaux, la moitié des lapins moururent ainsi que le quart des cobayes et un seul chien; les singes et les pigeons survécurent.

Les mêmes quantités de plomb — extrêmement faibles d'ailleurs, 0 mgr. 33 par 100 gr. — furent trouvées, et dans le corps des animaux exposés, et dans celui des animaux gardés pour le contrôle, ce qui donne à penser que l'empoisonnement latent ou retardé n'est pas possible, dans ces conditions, puisque l'accumulation du plomb n'a pas été constatée.

Quant au danger présenté par la présence de plomb dans l'atmopshère, une expérience par inhalation et exhalation a permis de l'estimer.

Six hommes respirèrent les gaz à travers des masques spéciaux, pourvus de doubles valves permettant de recueillir l'air exhalé. On trouve que 8 à 27 p. 100 — 15 p. 100 en moyenne — du plomb inhalé était retenu dans l'organisme.

Les expérimentateurs en ont conclu que seuls les mécaniciens assujettis au nettoyage continuel des moteurs pouvaient courir un risque mais que celui-ci n'était pas plus grave que les risques auxquels les peintres sont exposés.

Ces expériences seraient de nature à rassurer les citadins; la dilution de gaz ou de poussières toxiques dans une grande masse d'air enlevant tout danger immédiat; reste à vérifier, à l'aide d'expériences longuement poursuivies, si la non accumulation du plomb dans l'organisme est bien une vérité incontestable.

ED. M.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Mines

Les indications superficielles de pétrole. — Les gisement pétrolifères ne se signalent pas régulièrement, et la valeur des indications superficielles soulève actuellement de nombreuses discussions. Ces indications peuvent être très significatives, comme cela s'est passé à Bakou et en Roumanie, bien avant même que les systèmes modernes d'exploitation n'eussent remplacé les méthodes primitives. Mais elles peuvent aussi décevoir, comme en témoignent les essais infructueux qu'elles ont entraînés en Amérique. A. Beeby Thomson a entretenu de la question, en octobre 1926, l'Institution of Petroleum Technologists (1).

Les indications superficielles sont de genres divers : nappes d'huile, dépôts d'asphalte, émissions gazeuses, boues volcaniques, roches bitumineuses, bitume, sel et soufre natifs. Certaines huiles légères semblent parvenir presque intactes à la surface du sol. Plus généralement, au contact de l'air et de l'eau, l'huile s'oxyde et se transforme en produits asphaltiques, comme ceux qui, dans les lacs goudronneux de la Trinité et du Vénézuéla, s'accumulent en millions de tones. On a relevé également des accumulations très importantes à Sakhaline, à Bornéo et à Mexico. Dans des dépôts de ce genre en Californie, on a découvert quelque 300 squelettes d'animaux, d'espèces tant disparues que représentées encore. A la Trinité, il se produit de perpétuelles émissions d'huile légère et de gaz.

Les dégagements gazeux, surtout s'ils sont inodores, peuvent n'être pour l'huile d'aucune signification. Le

(1) *Engineering*, 15 octobre 1926.

méthane, qui est par lui-même sans odeur propre, peut devenir un guide précieux, comme à Bakou et à Los Angeles, s'il contient du soufre ou des hydrocarbures.

Les boues volcaniques ne se présentent que là où les strates argileux prédominent, et, en général, n'échappent longtemps aux prospecteurs.

Les roches bitumeuses, en particulier les pierres à chaux bitumées qu'on trouve dans presque tous les pays, sont, la plupart du temps, sans connexion avec les nappes d'huile libre. Les grès et les sables, imprégnés de matières huileuses, méritent souvent une considération plus sérieuse.

En Bulgarie, certaines manifestations douteuses restent à élucider. On relève des lambeaux de roches noires odorantes, que la chaleur transforme plus ou moins en une poix. A partir de cette matière première, on a autrefois récupéré de l'huile qui, selon une hypothèse récente, proviendrait de la distillation de substances ligneuses.

Les veines de bitume natif, en intrusions pricipalement verticales, s'étendent parfois en ligne droite pendant des kilomètres. Il s'agit là, sans doute, de résidus d'huile naturelle. Les fissures peuvent encore renfermer de l'ozokérite, produit de transformation de l'huile de parafffine.

Les eaux salines et sulfureuses sont habituellement associées à des dépôts d'huile. Cependant le soufre, qui semble résulter de réactions chimiques entre hydrocarbures et sulfates, ne saurait à coup sûr, non plus que d'ailleurs le sel, déceler la présence de pétrole. S. V.

Statistique

Production et consommation du minerai de manganèse. — La consommation mondiale actuelle du minerai de manganèse s'élève annuellement à 1,8 millions de tonnes. Avant la guerre, ce tonnage était fourni par les gisements de la Géorgie, des Indes et du Brésil. La Géorgie fournissait environ 700.000 tonnes, les Indes. 600.000 et le Brésil 250.000 t. Après la guerre, la Côte-d'Or en Afrique est intervenue également dans les fournitures et en livre environ 250.000 t. Par contre, la production de la Russie a baissé de 55 o/o.

Par suite de ses faibles prix de revient, la Russie a l'avantage, dans ses fournitures, mais la Côte d'or devient un sérieux concurrent grâce à l'accès facile, la haute teneur en manganèse et la puissance de ses gisements. Le minerai russe se trouve à environ 160 km. du port de Poti, tandis qu'à la Côte d'Or il n'est qu'à 50 km. du port.

Dans les années précédentes, la capacité de production du gisement de Poti s'élevait à 1,2 millions de tonnes. Harrimann, en s'intéressant à l'exploitation le 1er septembre dernier, s'engagea à améliorer les conditions d'exploitation et les moyens de transport avec quelques travaux il lui serait certainement facile de subvenir à tous les besoins du monde en minerai de manganèse. E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 mai 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Gaston Julia.* — **Sur la représentation conforme des aires simplement connexes.**

— *Maurice Gevrey.* — **Sur les fonctions de Green : le point image, les frontières à points singuliers.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Mlle N. Bary* (transm.s par M. Emile Borel). — **Sur la représentation finie de fonctions continues.**

MÉCANIQUE. — *Haroutune Anjour* (transm. par M. G. Kœnigs). — **Nouveaux types des cas du mouvement du corps solide, se ramenant aux quadratures.**

ÉLECTRICITÉ. — *G. Reboul* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur le mécanisme de l'émission d'un rayonnement par les cellules de grande résistance électrique.**

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *V. Dolejseck* (prés. par M. M. de Broglie). — **Remarque sur le principe de combinaison.**

Les équations obtenues par l'auteur le conduisent à établir cette règle, que le passage d'un électron entre deux niveaux donne naissance à une ligne, quand les équations de ces deux niveaux ont une telle affinité d'allure du degré supérieur que l'équation de la ligne produite ait l'allure du degré inférieur.

RADIOCHIMIE. — *Privault* (prés. par M. Jean Perrin). — **Action des antioxygènes sur la fluorescence.**

Au cours de ses recherches sur l'action de certains sels anti-oxygènes sur la fluorescence, M. Francis Perrin avait constaté que ces sels ralentissaient les réactions photochimiques des corps fluorescents, par exemple leur décoloration par l'oxygène libre en solution, ou par les polyalcools. M. Privault, étudiant cette décoloration, a essayé d'empêcher les oxydations par l'oxygène libre en utilisant l'hydroquinone qui est un puissant anti-oxygène. Il a constaté que 1/10.000 de ce corps non seulement empêche l'oxydation photochimique de l'uranine, mais ralentit aussi considérablement sa réduction par la glycérine. En outre, lorsqu'on introduit dans la solution fluorescente une plus grande quantité d'hydroquinone, il se produit une diminution considérable du pouvoir fluorescent, qui disparaît à peu près complètement dans les solutions concentrées en hydroquinone.

— *Jean Perrin.* — **Fluorescence et induction moléculaire par résonance.**

Le bleu de méthylène, dont la bande d'absorption coïncide avec la bande d'émission de fluorescence du bleu fluorescent (ce qui indique un synchronisme meilleur que pour le seul bleu fluorescent se désactivant lui-même, car il y a une différence entre les bandes d'émission et d'absorption d'un même corps), est pour ce bleu fluorescent un désactivant plus actif que le bleu fluorescent lui-même. De même l'éosine abaisse très fortement la fluorescence de l'uranine, plus que ne le fait l'uranine elle-même. D'autres exemples analogues mettent hors de doute l'existence de l'induction moléculaire sélective par résonance, entre molécules ayant des bandes d'absorption voisines.

— *Francis Perrin* (prés. par M. Jean Perrin). — **La désactivation induite des molécules et la théorie des anti-oxygènes.**

Les recherches de l'auteur, semblent démontrer que les corps anti-oxygènes auraient comme caractères essentiels d'être des désactivants universels des molécules excitées ce qui explique qu'ils puissent ralentir également certaines réactions photochimiques, ou par chaînes, qui ne sont pas des oxydations (par exemple la polymérisation, à la lumière de l'acroléine en l'absence d'oxygène, signalée par MM. Moureu et Dufraisse). Cependant, certains composés antioxygènes agissent peut-être par induction de résonance pour désactiver de façon sélective les molécules d'oxygène, mais non pas des molécules quelconques (l'oxygène lui-même, peut-être la pyridine).

CHIMIE MINÉRALE. — *Mlle Suzanne Veil* (prés. par M. G. Urbain). — **L'évolution de l'hydrate de sesquioxyde de cobalt au sein de l'eau.**

L'auteur a poursuivi sur l'hydroxyde de cobalt les recherches qu'elle a précédemment effectuées sur l'hydroxyde de nickel (*C. R.*, 178, 1924, p. 842, et 180, 1925, p. 211). Elle a observé que la calcination de l'hydrate de sesquioxyde de cobalt, préparé à froid, conduit à un oxyde sept ou huit fois plus magnétique, à poids égal de cobalt. Ce magnétisme s'affaiblit un peu lorsque l'hydroxyde a subi l'action de l'eau chaude. Par redissolution de l'hydroxyde modifié dans HCl, reprécipitation par l'hypochlorite et traitement ultérieur à l'eau chaude, on obtient un nouvel hydrate modifié. Le cycle étant repris plusieurs fois, les hydrates modifiés successifs deviennent plus magnétiques, tandis que les coefficients d'aimantation des anhydrides calcinés correspondants accusent en général une faible dépréciation. Mlle Veil peut donc conclure que l'analyse magnétique différencie nettement le nickel et le cobalt.

L. Franchet.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Charles Richet.* — **Des conditions de la mort par le tétanos électrique chez les Poissons.**

Tant sur les Tanches que sur les Serrans, il est avéré que la mort par l'électrisation est plus rapide, si la température du milieu dans lequel a vécu le poisson depuis un quart d'heure est plus élevée. Les Tanches survivent à 210 secondes d'électrisation, tandis que jamais les Serrans ne peuvent supporter plus de 50 secondes.

Il semble que l'action électrique qui paralyse les cellules nerveuses agit plutôt chimiquement que physiquement. En effet, les phénomènes chimiques intracellulaires sont d'autant plus intenses que la température est plus élevée.

GÉOLOGIE. — *A. Bigot.* — **Les conditions de dépôt du Bathonien inférieur dans le Bessin et la région de Caen.**

L'uniformité des conditions de sédimentation qui s'était établie dans le Bessin et la région de Caen pendant le Bajocien cesse au début du Bathonien. Le faciès argileux qui prédominait depuis le Sinémurien dans la région de la dépression de Carentan et à ses abords reparaît dans le Bessin avec le Vésulien; cet étage débute au-dessus de la surface nivelée, durcie et perforée du Bajocien par deux bancs de calcaire marneux, dur, contenant de nombreuses Ammonites caractéristiques du Vésulien; la surface du banc supérieur, irrégulière, durcie, avec perforations de Vers, est surmontée par des argiles, des marnes et des calcaires marneux, tendres, de couleur grise, épais de 45 mètres.

La limite du Vésulien est incertaine; elle se trouve au-dessus ou au-dessous de la base des calcaires groupés sous le nom *d'Oolithe miliaire*.

— *Georges Mouret* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur les caractères de la bordure Sud de la chaîne de granulite de Chatelus-Malvaleix (Creuse).**

Jusqu'au-delà de Puy-Juan depuis Ratenon, l'existence d'une zone de dislocation par glissements, à cheval sur le versant sud de la chaîne de Chatelus, et sur la bordure Nord du Massif de Guéret, ne paraît pas douteuse. Son allure n'est pas absolument la même que celle de la zone de Boussac où les plongements, qui ne sont pas exagérés, sont dirigés vers le Sud. Au Sud de la chaîne, les plongements sont généralement verticaux, ou, toujours très prononcés, ont lieu tantôt vers le Nord, tantôt vers le Sud. On ne saurait tirer de l'observation de ces plongements reconnus à la surface, et dont le sens peut être différent en profondeurs, des conclusions positives touchant la technique de la région.

PALÉONTOLOGIE HUMAINE. — *Jean Bayol, Paul Marcelin* et *Lucien Mayet* (transm. par M. Ch. Depéret). — **Une grotte avec dessins pariétaux de l'Age du Renne, dans la vallée du Gardon: la « Baoumo-d'en-aut » à Collias (Gard).**

Sur la paroi de la salle, les auteurs ont observé divers dessins peints soit avec de l'ocre rouge, soit en noir. Ce sont des mains imprimées, c'est-à-dire obtenues par trempage dans la pâte colorée et application sur la paroi. Il y a aussi des silhouettes d'animaux.

Au point de vue de l'ancienneté de ces dessins, la présence de mains, le tracé exlusivement en profil très sommaire des animaux, font penser à l'Aurignacien.

BOTANIQUE. — *A. Maige* (prés. par M. M. Molliard). — **Remarques au sujet de l'origine de l'amylase dans les cellules végétales.**

L'auteur a montré, dans une Note antérieure, que l'hypothèse de l'origine cytoplasmique extraplastidale de l'amylase dans les cellules des plantes supérieures avoir un caractère de probabilité au moins égal à la conception généralement acceptée qui situe la production de cette diastase dans le stroma du plaste. Ses observations postérieures sur les phénomènes d'amylolyse apportent à l'appui de l'hypothèse précitée des faits nouveaux très probants.

CYTOLOGIE. — *Maurice Lenoir* (prés. par M. M. Molliard). — **Formation des noyaux antipodes dans le sac embryonnaire du *Fritillaria imperialis* L.**

Les antipodes sont des noyaux à 2 N chromosomes, mais groupés en N gemini. Ils naissent d'une série de trois divisions hétérotypiques.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *George F. Jaubert* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Sur l'origine de la coloration de la cire d'abeilles et la composition de la propolis.**

En dehors de 10 à 20 pour 100 de cire qu'elle contient toujours, la propolis est constituée presque exclusivement, dans notre région par l'exsudat des bourgeons, des feuilles et des parties vertes du *Populus nigra* var. *pyramidalis*.

Cet exsudat paraît constitué lui-même par un glucoside formé de mélézitose et de I. 3 dioxyflavone ou chrysine.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Auguste Lumière* et *Mme Montoloy* (prés. par M. Roux). — **Mode d'action de l'autohémothérapie.**

Les heureux effets de l'autohémothérapie peuvent se manifester dans les affections les plus diverses. Comment expliquer que des maladies si disparates en apparence puissent être justiciables d'un mode de traitement univoque et comment comprendre le mécanisme de cette thérapeutique? Prélever du sang dans un vaisseau et l'injecter dans les muscles n'ajoute aucune substance nouvelle à l'organisme et l'efficacité de l'opération est *à priori* paradoxale.

En réalité, la théorie colloïdale, confirmée une fois de plus par les expériences relatées dans cette Note, donne la clef du phénomène.

SÉROLOGIE. — *S. Schmidt* (prés. par M. E. Roux). — **Vitesse de floculation et vitesse de neutralisation du sérum antitétanique vis-à-vis de la toxine tétanique.**

Les expériences relatées dans cette Note montrent l'analogie existant entre les antitoxines diphtérique et tétanique en ce qui concerne le processus de floculation et de neutralisation vis-à-vis des toxines spécifiques.

Il résulte de ces essais et de ceux relatés antérieurement qu'il y a lieu de se demander, dit l'auteur, s'il suffit,

comme on le fait actuellement,de s'en tenir exclusivement au taux d'antitoxine d'un sérum pour exprimer la valeur de ce sérum. Il lui apparaît que des sérums antitétaniques convenablement choisis, c'est-à-dire ceux présentant une grande vitesse de réaction *in vitro* et *in vivo* pourraient rendre des services dans le traitement sérothérapique du tétanos déclaré. P. GUÉRIN.

Séance du 16 mai 1927.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *L. Lean* (prés. par M. Emile Borel). — **Méthode de récurrence ou d'induction complète.**

— *A. Kovanko* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les suites de fonctions de la classe I.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Maurice Hamy.* — **Sur une règle empirique concernant le grossissement d'une lunette.**

AVIATION. — *Louis Bréguet* (prés. par M. Rateau). — **Sur les plus grandes distances franchissables sans escale et la capacité de transport des avions de l'avenir sur les longs parcours.**

L'auteur a montré précédemment (*C. R.*, 184, 1927, p. 807) qu'un parcours de 8 à 9.000 km. était réalisable pour un avion. Dans cette nouvelle Note, il démontre, qu'à une date encore indéterminée, il est vrai, on pourrait établir un appareil pouvant réaliser un parcours de 17.800 km., mais il paraît difficile de dépasser un rayon d'action, au régime optimum, de l'ordre de 20.000 km. environ.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *J. Marc Laughlin* (transm. par M. G. Ferrié). — **Mesures sur les gros ions à Paris.**

Le nombre des gros ions au Champ de Mars varie de 1600 à 33500 avec une moyenne de 9037 pour les ions positifs, et 9197 pour les ions négatifs : au quartier du Val de Grâce, les limites ont été de 3600 à 80000 avec des moyennes de 16714 et 16697 pour les ions positifs et négatifs respectivement. La teneur en gros ions étant indicative du degré d'impureté de l'atmosphère, on peut conclure que l'air du quartier du Val de Grâce est presque deux fois plus impur que l'air du quartier du Champ de Mars.

Des courbes montrent la relation qui existe entre les gros ions et la répartition des usines.

— *Malmgrön* et *Behounek* (prés. par M. Jean Perrin). — **Mesures de la conductibilité électrique de l'atmosphère dans la région du Pôle Nord.**

Les résultats obtenus sont contraires à l'hypothèse qui cherche, comme conséquence des mesures magnétiques de Bauer dans la région de Pôle Nord, un afflux d'électricité négative, à moins que l'afflux en question ne soit constitué par des électrons trop rapides qui, d'après Swann, n'ont plus le pouvoir ionisant. La supposition d'un courant électronique de cet ordre n'est pas en désaccord avec le résultat négatif, relatif à la recherche d'un afflux électronique à Kingsbay. Les résultats présentés dans cette Note et ceux, obtenus à Kingbay, où l'on a constaté un manque presque absolu de produits radioactifs dans l'atmosphère, seraient un indice d'une influence considérable de l'état d'ionisation des couches plus élevées de l'atmosphère sur l'ionisation des couches basses, tout en laissant ouverte la question de l'agent principal de l'ionisation atmosphérique dans les régions arctiques.

PHYSIQUE. — *Thadée Peczalski* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Action des sels sur les métaux.**

Lorsqu'on chauffe le cuivre et le fer en présence de sels, il se produit trois phénomènes : 1° il y a augmentation du volume du métal avec accroissement de la résistance électrique; 2° production de cémentation, lorsque le sel peut être décomposé par le métal; 3° si une baguette de cuivre est chauffée à 800° dans les vapeur de $Cr\,Cl^3$, il y a fusion de la baguette à sa surface. Les phénomènes décrits par l'auteur expliquent les divers faits observés dans l'émission thermo-ionique des métaux incandescents recouverts de sels, savoir : leur fragilité, après un chauffage prolongé, et l'accroissement de l'émission électronique de métaux qui peut être due soit à l'action chimique entre le métal et les sels, soit entre les sels mêmes, soit enfin par élévation de température du métal à sa surface par action du sel.

— *G. Colange* (prés. par M. Deslandres). — **Influence de la température sur les impressions photographiques.**

Des recherches antérieures ont montré l'influence du froid, dans la haute atmosphère, sur les plaques photographiques. Les altitudes atteintes par les ballons sondes étant de l'ordre de 15 km., la température s'abaisse à —50° et la rapidité décroît considérablement. On a obtenu ainsi entre + 15° et — 60° environ la loi reliant la densité photographique à la température.

Soit E_0, l'éclairement produit par une source donnée sur une plaque à t_0, si l'on abaisse la température de la plaque jusqu'à t degrés et qu'on l'impressionne avec le même éclairement E_0 et le même temps de pose, la densité mesurée sur la plaque correspondra à un nouvel éclairement E tel que $E = E_0.10^{-\alpha t_0 - t}$, α étant une constante.

ONDES HERTZIENNES. — *F. Bedeau* et *J. de Mare* (prés. par M. A. Cotton). — **Etalonnage direct d'un ondemètre en fonction d'un harmonique d'un diapason.**

Les auteurs ont cherché à réaliser un ensemble ne comportant pas, comme le multivibrateur Abraham-Bloch, un circuit à ondes entretenues, dont la fondamentale doit être continuellement réglée sur un harmonique du diapason. Le dispositif qu'ils décrivent leur a permis d'étalonner un contrôleur pour les longueurs d'ondes supérieures à 3000 mètres, cette dernière correspondant au 77° harmonique environ. On peut aussi étalonner un ondemètre pour les longueurs d'ondes inférieures à 3000 mètres au moyen des harmoniques du cristal : on a pu ainsi obtenir des harmoniques correspondant à des longueurs d'ondes de l'ordre de quelques mètres et l'on peut vraisemblablement descendre très au-dessous.

MAGNÉTISME. — *St. Procopiu* (transm. par M. P. Weiss). **L'influence des actions mécaniques et des courants alternatifs sur les discontinuités d'aimantation du fer.**

Dans cette Note, l'auteur décrit les phénomènes qu'il a observés dans les deux cas dans lesquels le fer présente de fortes discontinuités d'aimantation, d'abord par des chocs mécaniques, puis par une aimantation transversale alternative, obtenue en faisant traverser la tige de fer à étudier par un courant alternatif. Dans les deux cas, les particules aimantées élémentaires se trouvent dans un état de vibrations qui facilite les renversements par l'aimantation progressive. Le dispositif suivant a été employé; la tige de fer à étudier est placée à l'intérieur d'une bobine; les courants induits de la bobine sont amplifiés au moyen de deux amplificateurs à trois lampes triodes chacun, rectifiés au moyen d'un détecteur à galène et constatés par un galvanomètre de sensibilité médiocre (10^{-7} amp./m.). L'aimantation de la tige de fer se fait par l'approche ou l'éloignement d'un aimant en barreau.

SPECTROSCOPIE. — *D. Chalonge* et *M. Lambrey* (prés. par M. A. Cotton). — **Structure de la bande d'absorption ultraviolette de l'ozone.**

Les auteurs ont constaté que le système des bandes de

Shaver, d'une part, se prolongeait du côté des courtes longueurs d'onde, de l'autre se raccordait à celui de Huggins, et établi ainsi la structure complète de la grande bande ultraviolette. Au contraire de celles déjà connues, les bandes qu'ils ont mesurées sont difficilement observables et n'ont pu être décélées que grâce à l'emploi du spectre continu de l'hydrogène. Les mesures prises sont indiquées dans les tableaux.

RADIATIONS. — *A. Grumbach* (prés. par M. A. Cotton). **Sur les éléments photovoltaïques à glycérine.**

L'eau glycérinée à 68₂ gr. et la solution de fluorescéine à o gr. oo8₂ par litre sont toutes deux inactives. Au contraire, une solution contenant à la fois de la glycérine et de la fluorescéine à ces mêmes titres donne une force électromotrice d'adsorption de + 17,3 millivolt; l'effet Becquerel inappréciable à cette concentration, apparaît négatif, dans les solutions plus étendues en glycérine, mais contenant la même proportion de fluorescéine. Par exemple, avec 17 gr. 1 de glycérine par litre, A = 0,B = 1 mv. Les signes opposés constatés ici sont les mêmes que ceux des forces électromotrices des piles à fluorescéine dissoute dans l'eau pure, sans addition d'alcali. Le polyalcool concentré augmente l'importance des phénomènes électriques sans en changer le sens.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Mlle Suzanne Veil* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur le comportement magnétique des hydroxydes modifiés au sein de l'eau oxygénée.**

Au point de vue magnétique comme au point de vue chimique, le traitement à l'eau chaude semble bien paralyser la réactivité de l'hydroxyde nickeleux. Les mêmes expériences répétées sur l'hydroxyde ferrique conduisent à des conclusions analogues. Les produits modifiés ne manifestent que des variations magnétiques insignifiantes à l'échelle des mesures, alors qu'avec l'hydroxyde ferrique préparé à froid, on observe des phénomènes marqués, à la fois sur l'hydroxyde lui-même et sur son anhydride calciné.

— *J. Cournot, J. Bary* et *E. Perot* (prés. par M. Léon Guillet). — **Sur les recouvrements de l'aluminium, du magnésium et des alliages légers et ultra-légers.**

Cémentation de l'aluminium par le cuivre. — Au-dessous d'une densité de 0,7 ampère environ la pénétration par cémentation n'est pas influencée; au-dessus, au contraire, l'adhérence du dépôt initial étant mauvaise, la diffusion ne se produit pas. Dans un bain d'azotite de sodium — azotate de potassium, par parties égales, les pénétrations sont analogues aux précédentes, mais la diffusion est plus rapide et débute à plus basse température.

Cémentation de l'aluminium et du duralumin par des ferrochromes. — Pas de pénétration dans l'aluminium pur, ni après dépôt électrolytique préalable pour amorcer la pénétration. Avec le duralumin, pénétration très rapide qui chemine par les joints des grains.

Recouvrements électrolytiques et cémentation du magnésium et des alliages ultra-légers. — Le cuivrage sur magnésium et alliages magnésium-cuivre n'a donné aucun résultat satisfaisant.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Pariselle* et *Laude* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'entraînement de l'hydrate manganeux par l'alumine en milieu ammoniacal.**

L'entraînement des hydroxydes des métaux magnésiens paraît être un phénomène d'adsorption, le pouvoir adsorbant de l'hydrogel d'alumine pour l'hydrate manganeux étant bien supérieur, en milieu ammoniacal, à son pouvoir adsorbant pour la magnésie. Cela n'exclut pas du reste, l'hypothèse de la formation d'un méta-aluminate qui, dans le cas du manganèse, se trouve confirmée par ce fait que le précipité d'hydroxydes reste blanc lorsqu'on opère la précipitation sur un mélange équimoléculaire de sulfates tandis qu'il brunit assez rapidement pour des proportions plus fortes en manganèse.

CHIMIE MINÉRALE. — *J. B. Fournier* et *Fritsch-Lang* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'inaltérabilité du fer, du cuivre et du zinc du commerce par l'hydrogène sulfuré liquide.**

Les échantillons des métaux du poids de 1 à 5 gr., soigneusement décapés, puis pesés au dixième de milligramme près ont été enfermés dans des tubes de verre contenant quelques centimètres cubes d'hydrogène sulfuré liquide; les tubes séjournèrent tantôt dans l'air, tantôt dans un bain maintenu à une température de 60° environ. Au bout de neuf jours les échantillons furent pesés : leur poids n'accusait pas une variation de l'ordre du dixième de milligramme. L'expérience renouvelée soit avec des fils très fins, soit à des températures variables et pendant des temps d'immersion également variables, n'ont accusé aucune variation dans le poids, ni dans les propriétés physiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Albert Kirrmann* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur les composés organo-magnésiens éthyléniques.**

Il résulte de ces recherches : 1° que les bromures de vinyle linéaires sont nettement plus éloignés des bromures saturés dans leurs propriétés que les corps ramifiés $R^2C = CH\,Br$. Il y a là un parallélisme très net avec l'action du sodium; 2° que les bromures de vinyle ne semblent pas être intermédiaires entre les bromures saturés et les bromures acétyléniques $RC \equiv CBr$, dont les magnésiens se sont montrés beaucoup plus voisins des normaux.

— *Ch. Courtot* et *C. Vignali* (prés par M. Ch. Moureu). **Recherches dans la série du fluorène.**

On obtient le 2-chlorofluorène f. = 96-97°, par la réaction diazoïque suivie de la décomposition de Sandmeyer appliquée au 2-aminofluorène; par chloruration directe du fluorène dans le chloroforme, à 0-5°, on arrive aussi à ce même chlorofluorène, mais souillé de dichlorofluorène.

La monochlorofluorénone conduit, par réduction au zinc en milieu ammoniaco-alcoolique, au 2 chlorofluorénol; de même la dichlorofluorénone donne le dichlorofluorénol f. = 154°-155°.

Le monochlorofluorène impur f. = 86° traité par l'acide nitrique, en milieu acétique, à 70-08° donne le nitrochlorofluorène jaune f. = 237°.

L'aminochlorofluorène s'obtient par réduction du groupe nitré en milieu ammoniaco-alcoolique, par le zinc.

Le chloronitrofluorène oxydé par le bichromate de soude en milieu acétique conduit au chloronitrofluorène.

Le chloronitrofluorénone donne, par réduction avec le sulfure d'ammonium, l'aminofluorénone.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix* et *F. Blondel.* — **Sur l'existence dans le sud de l'Annam d'une pépérite résultant de l'intrusion d'un basalte dans un sédiment à Diatomées.**

On désigne sous le nom de *pépérites* des roches essentiellement formées par de petits fragments anguleux de basalte très vitreux, cimentés par une quantité variable de marne ou de calcaire.

L'examen du ciment de la pépérite qui fait l'objet de cette note fait voir qu'il n'est ni calcaire, ni essentielle-

ment argileux; il consiste en un sédiment silicieux, riche en Diatomées, c'est une *randannite* impure; pour la première fois une telle roche à Diatomées est observée en Indochine.

GÉOLOGIE. — *A. Bigot.* — **Les conditions de dépôt du Bathonien supérieur dans la région de Caen.**

La transgression bathonienne en Normandie ne résulte pas de l'affaissement graduel, régulier, d'une pénéplaine de terrains primaires, déjà en partie recouverte par les dépôts du Lias et du Bajocien, transgressifs dans l'ensemble. L'apparition de la stratification oblique a coïncidé avec une importante accentuation de la transgression marine.

Les hardgrounds du Bathonien de la région de Caen marquent des lacunes à la fois par absence de sédimentation et par ravinement; ils sont le résultat d'une dénudation sous-marine, sans émersion; ils témoignent d'une mobilité continuelle des fonds marins pendant cette période.

— *P. Blanchet* (prés. par M. Émile Haug). — **Sur un nouveau gisement très fossilifère de Tithonique intra-alpin.**

Les assises fossilifères de ce gisement sont représentées par des calcaires gris cendré surmontant du marbre de Giiillestre typique et sont recouvertes par des marbres en plaquettes bien caractéristiques, à pendage presque vertical. Ces bancs fossilifères, qui constituent un véritable magma de fossiles, principalement d'Ammonites, ont une épaisseur de 10 mètres environ.

La liste donnée par l'auteur offre une série de Céphalopodes qui donne à l'ensemble un caractère carpathique et le rapproche sensiblement de la faune de Rogoznik, qui a fait l'objet de la belle monographie de Zittel.

BOTANIQUE. — *E. Chemin* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur le développement des spores et sur le parasitisme d'*Harveyella mirabilis* Schmitz et Reinke.**

Harveyella mirabilis est une petite Floridée qui se développe sur les rameaux de *Rhodomela subfusca* Ag. Les spécimens étudiés par l'auteur ont été recueillis à Roscoff. Par sa germination en forme de disque adhésif, *Harveyella mirabilis* se rapproche de *Chondrus crispus*, ce qui peut justifier la place systématique de cette Algue dans le groupe des Gigartinales.

— *A. Guilliermond* (prés. par M. Marin Molliard). — **Cytologie et sexualité du *Spermophthora Gossypii*.**

Ce champignon très curieux a été isolé récemment par Ahsby et Nowell des graines de Cotonnier atteintes d'une maladie désignée sous le nom de stigmatomycose. L'auteur en a obtenu une culture qui lui a permis d'en faire l'étude cytologique. On doit considérer ce champignon comme un Ascomycète très archaïque, voisin des formes qui constituent le groupe encore mal connu et très hétérogène des Hémiascées.

L'étude cytologique du *Sp. Gossypii* paraît apporter la preuve certaine d'une étroite parenté entre les Siphomycètes et les Ascomycètes.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *St. Karasiewicz* (prés. par M. M. Molliard). — **Influence du carbonate de sodium et du chlorure de calcium sur l'acidité du suc de Maïs (*Zea Mays* L.).**

L'addition d'alcali au milieu où se développe le Maïs fait baisser l'acidité totale de cette plante et la diminution porte sur les acides qui sont insolubles dans l'eau et fixés au calcium. L'addition d'un sel de chaux au milieu nutritif où l'on cultive le Maïs augmente l'acidité totale et cela en proportion du calcium ajouté.

Dans le changement de l'acidité totale sous l'influence soit du calcium, soit du carbonate de sodium, les acides solubles dans l'eau, libres ou combinés, ne paraissent pas être touchés, tout au moins sous le rapport de la quantité.

— *L. Maume* et *J. Dulac* (prés. par M. M. Molliard). — **Variation du pouvoir antitoxique en fonction de l'ionisation.**

Dans les mélanges binaires de chlorures (alcalins et alcalino-terreux), le minimum de toxicité apparaît pour les quantités de ces deux sels qui, si elles étaient séparément dissoutes dans un volume d'eau égal au volume du mélange, fourniraient des solutions possédant le même coefficient d'ionisation.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *René Souèges* (prés. par M. L. Guignard). — **Embryogénie des Légumineuses. Les derniers stades du développement de l'embryon chez le *Trifolium minus* Rehl.**

Soit que l'on considère le mode de segmentation et les destinées des deux premières cellules proembryonnaires, ou que l'on envisage le rôle histogénique des parties constitutives du proembryon, on constate que l'embryon du *Trifolium minus* diffère essentiellement de tous les autres types embryonnaires déjà étudiés. Au cours de son développement apparaissent toutefois certaines particularités, observées dans d'autres cas.

PHYSIOLOGIE. — *Maurice Fontaine* (prés. par M. L. Joubin). — **De l'influence des fortes pressions sur l'imbibition des tissus.**

Il faut distinguer nettement l'imbibition résultant de l'hypotonicité de l'eau pure de celle ayant pour cause une forte pression. Cette dernière est moindre et s'effectue bien plus lentement que la première. L'imbibition se poursuit après la compression. Il suffit d'une pression de 500 à 600 kil. pendant une dizaine de minutes pour déclencher l'imbibition qui se continuera à la pression atmosphérique.

Un train postérieur de grenouille ayant conservé sa peau s'imbibe bien plus lentement qu'un autre préparé à la Galvani.

HISTOLOGIE. — *Ch. Oberling* (prés. par M. Quénu). — **L'existence d'une *housse* neuro-musculaire au niveau des artères glomérulaires de l'Homme.**

Dans un grand nombre de reins humains examinés dans des conditions impeccables, l'auteur a pu mettre en évidence un appareil cellulaire spécial, situé tout autour de l'artère afférente du glomérule. Au point même où l'artère pénètre dans le glomérule, ces cellules constituent une véritable gaine ou *housse* périartérielle, formée, suivant les cas, par une ou plusieurs couches de cellules. Cette housse joue le rôle d'un centre vasomoteur périphérique.

ZOOLOGIE. — *E. Lacroix.* — **Sur la texture du test de *Textularia sagittula* Defrance.**

Le *T. sagittula*, espèce du type du genre *Textularia*, appartient au groupe des Foraminifères Chitino-arénacés. S'il est prouvé que la plupart des espèces du genre *Textularia* ont cette même texture, la révision de la famille des *Textularidæ* s'impose plus que jamais.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *P. Nottin* (prés. par M. L. Lindet) — **Sur l'hydrolyse de la fécule par l'acide sulfurique.**

En recherchant l'influence, sur l'hydrolyse, de la température, de la durée de chauffage, de l'acidité, des matières salines et du rapport entre le poids de fécule et le volume d'eau acidulée, l'auteur a été amené à la même conclusion que Defrén : le glucose et les autres sucres

réducteurs apparaissent dès le début de l'hydrolyse, et, à chaque quantité de glucose réel, correspondent un pouvoir rotatoire et un pouvoir réducteur de la liqueur cupropotassique toujours les mêmes, quelles que soient les circonstances expérimentales.

— *Marc Romieu* (transm. par M. Paul Sabatier). — **Une réaction histochimique nouvelle des lécithines, la réaction iodophile.**

La lécithine fournit une réaction iodophile très voisine de celle du glycogène, aussi ne saurait-on être trop prudent dans l'interprétation de la réaction de Cl. Bernard. L'auteur pense que bien des localisations de glycogène décrites dans le règne animal et dans le règne végétal, spécialement dans les œufs des vertébrés et des invertébrés, mériteraient d'être reprises à la lumière de l'existence d'une réaction brun acajou des lécithines, confondue jusqu'ici avec celle du glycogène.

— *L. Meunier. P. Chambard* et *H. Comte*. transm. par M. V. Grignard). — **Sur la digestion pancréatique de la laine.**

La digestion, par la pancréatine du ciment agglutinant des cellules fusiformes de la laine est d'autant plus active que la laine a été soumise préalablement à un gonflement plus accentué et cela principalement pour le gonflement alcalin. Lorsqu'il a été provoqué au *pu*=10, la pancréatine détache progressivement les cellules incluses dans la tunique externe, qui se présente alors sous forme d'un tube creux. Si la concentration en pancréatine atteint 5 pour 1.000, les écailles de cette tunique sont elles-mêmes détachées, la laine perd sa structure, sans, pour cela, que les différents éléments cellulaires soient altérés.

Les laines gonflées au point iso-électrique sont inattaquées par la pancréatine.

SÉROLOGIE. — *E. Wollman* et *Achille Urbain* (prés. par M. Roux). — **Bactériophagie et tumeurs filtrables. Réaction de fixation dans le sarcome de Rous.**

Dans le sarcome de Rous, comme dans la bactériophagie, on voit apparaître des fonctions antigènes nouvelles, étrangères aux cellules normales. Il est difficile de mettre sur le compte d'un virus surajouté, les différences énormes de pouvoir fixateur que la réaction de déviation révèle entre les cellules normales et les cellules atteintes. Les faits observés s'expliquent mieux par la modification des propriétés antigènes des cellules elles-mêmes, comme on l'observe, par exemple, dans certaines mutations bactériennes.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *C. Levaditi* et *A. Klarenbeek* (prés. par M. Roux). — **Prophylaxie des trypanosomiases par ingestion du Moranyl (309 Fourneau ou 205 Bayer).**

Le *moranyl*, administré *per os* au lapin (0 gr. 10 par kilogramme), exerce une action prophylactique profonde et durable à l'égard de la trypanosomiase provoquée par le Tryp. du Nagana. Il semble que la résorption intestinale du 309 s'opère avec une certaine lenteur, mais qu'une fois cette résorption effectuée, le principe actif persiste longtemps dans l'organisme, d'où son effet prophylactique durable.

Des essais comparatifs faits avec le *Tryp. gambiense*, ayant fourni des résultats analogues, les auteurs estiment que le moranyl devra être essayé dans la prophylaxie orale de la maldie du sommeil chez l'homme.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Ont été désignés pour représenter l'Académie :

M. Alfred Lacroix, à la cérémonie du centenaire de la naissance d'*Alfred Vulpian;*

M. Félix Henneguy, à la cérémonie du centenaire de la mort de *Philippe Pinel.*

MM. L. Lecornu, G. Kœnigs, A. Rateau, P. Janet et L. Guillet, à la séance solennelle, le samedi 11 juin, de la Société des Ingénieurs civils, destinée à commémorer le centième anniversaire de la réalisation industrielle de la Turbine, par Benoit Fourneyron.

— M. Paul Janet a représenté l'Académie, le vendredi 3 juin, à la séance solennelle de la Société française des Electriciens, dans laquelle la Médaille Mascart a été remise à Sir J.-J. Thompson.

— M. Paul Helbronner a été élu Membre libre en remplacement de M. Haton de la Goupillière, décédé.

M. Helbronner né en 1871, est entré en 1892 à l'Ecole Polytechnique. En 1912, il a été reçu docteur ès-sciences mathématiques.

On connaît l'œuvre vraiment considérable qu'il poursuit seul depuis vingt-cinq ans et qui a pour but la *Description géométrique détaillée des Alpes françaises.* Les opérations géodésiques que nécessite ce formidable travail, intéressent une aire de 20.000 kilomètres carrés; elles ont été effectuées sans le secours d'aucune mission officielle.

L'œuvre de M. Helbronner restera comme l'une des plus remarquables de celles qui ont été accomplies dans le domaine de la Géodésie.

Académie de Médecine. — Le Dr Henri Claude a été élu Membre titulaire dans la Section de Médecine et spécialités médicales.

Société Helvétique des Sciences naturelles. — La 108e Session annuelle se tiendra à Bâle du jeudi 1er septembre au dimanche 4 septembre 1927.

Il y a quatorze sections prévues : 1° Mathématiques. — 2° Physique. — 3° Géophysique, Météorologie et Astronomie. — 4° Chimie. — 5° Géologie. — 6° Minéralogie et Pétrographie. — 7° Paléontologie. — 8° Botanique générale. — 9° Botanique spéciale et Géographie botanique. — 10° Zoologie. — 11° Entomologie. — 12° Anthropologie et Ethnologie. — 13° Biologie médicale. — 14° Histoire de la médecine et des Sciences naturelles.

Les titres des communications pour chacune des sections doivent être envoyés, *jusqu'au 30 juin au plus tard* aux Présidents des Sociétés spécialisées correspondantes.

Le programme comprend plusieurs Conférences :

1er septembre. — M. Alb. Brachet : « *Les causes et les facteurs de la morphogenèse* ».

4 septembre. — M. L. Courvoisier : « *Neues aus der Werkstatt des Astronomen* ».

M. L. Duparc : « *L'Oural au point de vue géophysique, géologique et minier.* »

M. H. E. Sigerist : « *Paracelsus in seiner Bedentung für die Gegenwart* ».

Le prix de la carte de participant est fixé à 25 francs.

Pour tous renseignements s'adresser au Président annuel : Dr Fritz Sarasin, 22, Spitalstrasse, Bâle.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — Le Recteur est autorisé à accepter la donation faite par M. Jean Sauberan, négociant,

demeurant à Buenos-Ayrès (République Argentine), d'une somme de 1 million de francs en cédules de la banque hypothécaire nationale argentine, négociables en France, d'une valeur nominale de 100 piastres et productives d'un intérêt de 6 p. 100.

Les valeurs données seront affectées à la constitution d'un fonds exclusivement destiné à l'attribution de prêts d'études à des étudiants ou étudiantes de nationalité française désirant continuer leurs études soit dans une des cinq facultés de l'Université de Paris, soit à l'Ecole centrale, à l'Ecole du Louvre, ou à l'Ecole Nationale des Beaux-Arts de Paris.

Nous rappelons que M. Sauberan avait déjà donné pour prêts d'études à des étudiants ou étudiantes : 1 million en 1925 et 1 million en 1926. Soit donc un total de 3 millions de francs.

— Le Doyen de la Faculté de Pharmacie de Paris est autorisé à accepter les donations suivantes faites par M. Lafay : 1° un legs fait à ladite faculté d'une somme de 100.000 fr., dont les revenus seront affectés, sous le nom de « Prix Lafay », à la création de deux prix annuels; 2° un legs, de même valeur, fait à ladite faculté en tant que subrogée à l'association des étudiants en pharmacie de Paris, non habilitée à recevoir, dont les revenus serviront à des prêts d'honneur aux membres de cette association.

— *Faculté des Sciences. — Soutenances de thèses.* — Les thèses suivantes pour le doctorat ès-sciences ont été soutenues à la Sorbonne :

23 mai.— Mlle Eftimiou : « *Contribution à l'étude cytologique des exascées.* »

28 mai. — M. Drouin : « *Etude théorique et expérimentale des thermostats et variations de température.* »

31 mai. — M. Marinesco : « *Adsorption sur les molécules dissoutes.* »

M. Reisman (doctorat d'Université) : « *Etude de l'action de quelques acides organiques sur l'α-pinène dextrogyre.* »

1er juin. — M. Gubler : « *Etude géologique dans le Vorarlberg central.* »

2 juin. — M. Cassal : « *Activation de l'oxyde de carbone par les magnésiens et le chlorure chromique.* »

3 juin. M. Rocard : « *L'hydrodynamique et la théorie cinétique des gaz.* »

M. Schmitz (doctorat d'Université) : « *Recherches sur le métabolisme du Bacterium termo.* »

8 juin. — M. Delens : « *Méthodes et problèmes de géométries différentielles euclidienne et conforme.* »

10 juin. — M. Lecourt (doctorat d'Université) : « *Recherches sur la toxicité de la farine de froment pour la levure.* »

— *Faculté de Médecine.* — M. Carnot, Professeur de Thérapeutique est nommé Professeur de Clinique médicale.

Muséum National d'Histoire Naturelle. — Cours de Zoologie (Mammifères et Oiseaux). — M. E. Bourdelle, Professeur, a ouvert son Cours le Mercredi 25 mai à 16 h. 1/2 et le continuera les samedis et mercredis suivants à 10 h. 1/4 dans l'Amphithéâtre de la Galerie de Zoologie, 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire.

Le Professeur étudiera les Caractères généraux des Mammifères en vue de leur application à la systématique.

Le Cours sera complété par des démonstrations qui auront lieu au Laboratoire, rue de Buffon, 55 ou dans la Galerie de Zoologie, et dont les jours et heures seront annoncés à l'Amphithéâtre.

— Les dénominations des diverses catégories du personnel sont modifiées comme suit :

Les assistants du Muséum national d'histoire naturelle prennent le titre de sous-directeurs de laboratoire.

Les préparateurs scientifiques prennent le titre d'assistants et les préparateurs techniques le titre d'aides techniques.

Le nombre des assistants est fixé à vingt-cinq.

Le nombre des aides techniques est fixé à seize.

Dispositions transitoires.

Les préparateurs en fonctions prennent tous, par mesure transitoire, le titre d'assistants. Ils sont répartis conformément au tableau ci-dessous, entre les différentes chaires pour y remplir soit les fonctions d'assistants, soit celles d'aides techniques.

Ils seront remplacés au fur et à mesure des vacances qui se produiront, soit par des assistants, soit par des aides techniques, suivant la nature de l'emploi à pourvoir.

Tableau indiquant la répartition des préparateurs actuellement en fonctions entre les postes d'assistants et d'aides techniques.

Chaires	Assistants	Aides techniques
Anatomie comparée	2	2
Anthropologie	2	»
Physiologie générale	1	»
Zoologie (vers et crustacés)	1	»
Zoologie (mammalogie)	1	3
Zoologie (erpétologie)	1	1
Zoologie (entomologie)	3	»
Zoologie (malacologie)	1	1
Botanique organographie)	2	»
Botanique (phanérogamie) ...	2	»
Botanique (cryptogamie)	2	»
Culture	1	»
Paléontologie	1	3
Géologie	1	»
Minéralogie	1	1
Physique appliquée	1	»
Physique végétale	1	»
Chimie organique	1	»
Totaux	25	11

L'emploi d'Aide technique étant créé, leur Statut est ainsi fixé :

Les aides techniques du Muséum d'histoire naturelle sont recrutés, suivant la nature des fonctions à pourvoir, soit à l'extérieur, parmi les artisans spécialisés appartenant à des professions similaires, soit parmi les agents déjà en service dans l'établissement et justifiant des aptitudes professionnelles requises par l'emploi vacant.

Les aides techniques provenant du personnel de l'établissement sont titularisés dès leur désignation. Les aides techniques venant de l'extérieur accomplissent un stage d'un an au terme duquel ils peuvent être titularisés sur l'avis conforme du professeur de la chaire dont ils dépendent. Au cas où ce stage ne permettrait pas de prendre à leur égard une mesure définitive, ils peuvent être autorisés à le prolonger d'une ou deux périodes de six mois. Si, à l'expiration de la seconde année, la titularisation n'est pas proposée par le professeur, ils cessent immédiatement leur service.

Nul aide technique ne peut être promu à la classe su-

périeure s'il ne compte un minimum de trois années de service dans la classe à laquelle il appartient.

Les aides techniques sont astreints à un service quotidien de huit heures et la durée de leur congé annuel est fixée à quinze jours.

Ecole Navale. — Les épreuves écrites du concours d'admission à l'Ecole Navale s'effectueront, en 1927, à Paris, Cherbourg, Brest, Lorient, Toulon, la Flèche, Saint-Brieuc, Lyon, Bordeaux, Toulouse, Nancy, Alger.

La visite médicale et les compositions écrites auront lieu aux dates ci-après :

Visite médicale. — A Paris. — Mercredi 15 juin 1927, à 8 heures et à 14 heures pour les candidats des lycées et institutions de la région parisienne. Jeudi 16 juin, à 8 heures et à 14 heures, pour les candidats de province composant à Paris.

En province. — Jeudi 16 juin : à 8 heures à Brest et Toulon, à 13 heures 30 dans les autres villes.

Compositions écrites. — Vendredi 17 juin, 7 heures. — Algèbre, analyse, trigonométrie.

14 heures. — Physique.

Samedi 18 juin. — 7 heures. — Géométrie analytique.

14 heures. — Dessin d'imitation.

Lundi 20 juin. — 7 heures. — Première composition française.

14 heures. — Dessin graphique.

Mardi 21 juin. — 7 heures. — Mécanique.

14 heures. — Langue obligatoire (1 h. 1/2). (Repos d'une demi-heure).

16 heures. — Langue facultative.

Mercredi 22 juin. — 7 heures. — Calcul (2 h.). (Repos d'une demi-heure).

9 h. 30. — Chimie.

14 heures. — Deuxième composition française.

A Paris, la visite médicale sera passée au ministère de la marine; les compositions seront effectuées au manège Bossut (école militaire, à l'angle de l'avenue Lowendal et de l'avenue Duquesne).

En province, les candidats devront s'adresser : dans les ports, à l'autorité maritime; dans les autres villes, à la préfecture ou à la sous-préfecture, pour connaître le lieu de la visite médicale et l'endroit où les compositions écrites seront effectuées. Les candidats qui subiront également les épreuves du concours d'admission à l'Ecole Polytechnique seront autorisés, à Paris, Brest et Toulon, à se présenter à la visite médicale le jeudi 16 juin 1927, à 14 heures. Ils devront justifier de l'impossibilité où ils se sont trouvés de se présenter à l'heure prescrite en produisant un certificat du directeur de l'établissement où ils font leurs études.

Aucun avis individuel n'est adressé aux candidats.

La commission médicale supérieure se réunira au ministère de la marine le lundi 27 juin 1927, à 8 heures, pour contre-visiter les candidats éliminés qui auront demandé par écrit à se présenter devant elle.

Nota. — Les candidats sont informés :

1° Qu'ils ne doivent apporter leurs tables de logarithmes que pour la composition de calcul;

2° Que le seul examen de langues complémentaires admis est un thème, à traduire sans dictionnaire, en anglais, allemand, italien, espagnol, selon la langue choisi par le candidat dans son dossier d'inscription;

3° Que Dunkerque n'étant pas cette année centre d'examens écrits, le candidat qui s'y est inscrit composera à Paris.

Service des Poudres. — Un concours pour quatre places d'agent chimiste militaire de 3e classe des poudres sera ouvert le 28 novembre 1927..

L'examen écrit aura lieu dans les poudreries les plus rapprochées de la résidence des candidats, choisies comme centre d'examen.

L'examen oral sera passé à Paris.

Conformément aux dispositions de l'article 16 de la loi du 25 mars 1914, sont admis à prendre part à ce concours : les candidats soit licenciés ès sciences (avec certificat de chimie générale), soit anciens élèves diplômés de l'Ecole polytechnique, de l'Ecole centrale des Arts et manufactures, des Ecoles des arts et métiers ou des Ecoles de chimie industrielle ci-après désignées : Ecole de physique et de chimie de la ville de Paris, Institut de chimie appliquée de la Faculté des sciences de Paris, Institut de chimie appliquée de Toulouse, Ecole de chimie industrielle de Lyon, Institut de chimie de Lille, Institut chimique de la Faculté des sciences de Montpellier, Ecole de chimie appliquée de Bordeaux, Ecole de chimie appliquée de Nancy, Ecole de chimie de Mulhouse, Ecole de chimie de la Faculté des sciences de Marseille, Institut industriel du Nord de la France à Lille, Institut de chimie de Besançon, Institut polytechnique de Bretagne, Institut polytechnique de l'Ouest, Institut chimique de Rouen, Institut de chimie de Strasbourg, Ecole de chimie industrielle annexée à l'école préparatoire à l'enseignement supérieur des sciences et des lettres de Rouen, Laboratoire de chimie industrielle de la Faculté des sciences de Caen, Institut de chimie et de technologie industrielles de l'Université de Clermont-Ferrand, Ecole centrale lyonnaise.

Pour être admis au concours, les candidats doivent être Français, avoir satisfait aux obligations militaires et pouvoir compter 30 ans de services militaires à cinquante-huit ans d'âge. Ils doivent, en outre, présenter toutes les garanties d'aptitude physique nécessaires.

Les demandes d'admission au concours doivent être adressées à M. l'Inspecteur général président de la commission d'examen, au Laboratoire central des poudres, 12, quai Henri-IV, à Paris, accompagnées des pièces ci-après :

L'acte de naissance du candidat, l'extrait de son casier judiciaire, l'état signalétique et des services, les diplômes que possèdent les candidats et notamment ceux justifiant qu'ils sont anciens élèves des Ecoles susvisées.

Les candidats admis à concourir seront prévenus par le président de la commission d'examen, qui leur indiquera les dates et lieux du concours.

La clôture de l'inscription des candidats est fixée au 24 octobre 1927.

Le programme des connaissances exigées (arrêté du 8 juin 1914, annexe n° 2, modifié par celui du 9 décembre 1920) a été publié au *Journal officiel* du 18 décembre 1920, page 20878, et au *Bulletin officiel* du Ministère de la guerre (année 1920, p. 4730).

Institut National Agronomique. — M. Prudhomme, Directeur de l'Institut national d'Agronomie coloniale, est nommé, après concours, Professeur d'Agriculture coloniale, en remplacement de M. Dybowski, admis à faire valoir ses droits à la retraite.

Université de Poitiers. — *Faculté des sciences:* — M. Becquerel, Assistant de Botanique à la Faculté des Sciences de Paris est nommé Professeur de Botanique en remplacement de M. Ricôme.

Université de Besançon. — *Faculté des Sciences.* — M. Bachelier, Maître de Conférences de Mathématiques à la Faculté des Sciences de Rennes est nommé Professeur de Calcul différentiel et intégral.

Université de Toulouse. — M. Vandel, Maître de Conférences de Zoologie est nommé Professeur sans chaire.

Université de Nancy. — Le Recteur est autorisé à accepter la donation faite par M. Péquart, industriel, de deux titres de rentes françaises d'un intérêt annuel de 5 p. 100. Les intérêts seront affectés à la fondation d'un prix que l'Institut colonial de l'Université de Nancy attribuera chaque année; soit à un officier ou un aspirant de la région, soit, à défaut de ces deux catégories de bénéficiaires, à un candidat civil.

Université de Lyon. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — Le Doyen est autorisé à accepter un legs fait par M. J. Teissier et comprenant : 1° un portrait de Pasteur; 2° une collection de médailles; 3° une somme de 5.000 fr. affectée à la construction ou à l'achat d'un médailler.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Les équations de la dynamique de l'éther, par H. Eyraud. In-8° de 66 pages. Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Cet ouvrage réunit sous un faible volume, deux parties très substantielles dont l'une a trait aux généralisations de la notion d'espace, et dont l'autre, d'un caractère physique, montre la nécessité d'introduire la torsion spatiale de M. Cartan pour rendre compte des phénomènes électro-magnétiques. Suivant M. Eyraud, l'éther doit être regardé comme un espace *projectivement riemanien*, de sorte qu'on peut lui associer un espace de Riemann fournissant par ses lignes isotropes les lignes d'univers des rayons lumineux et par ses géodésiques celles de graves en chute libre. L'ouvrage se termine par une note sur la technique du repérage de l'espace et du temps dans ses rapports avec la relativité.

G. B.

Le relief de la Terre. Ses origines, ses lois, son évolution. *Principes nouveaux de Géographie physique*, Paul Soulier. In-8° de X-432 pages avec 68 figures et cartes dans le texte et 3 planches hors-texte. Félix Alcan, éditeur, Paris. — Prix 30 fr.

Dans cet important ouvrage de plus de quatre cents pages d'un texte compact, l'auteur expose une théorie entièrement nouvelle de la formation et de l'évolution du relief terrestre.

Après avoir résumé sommairement les lois générales de la nature applicables à l'orographie : lois de l'évolution des écarts, de la gravitation, de l'expansion des fluides sous l'influence de la chaleur et rappelé brièvement les notions géographiques générales sur le relief de la Terre, M. Soulier aborde l'étude rationnelle de la répartition verticale du relief terrestre en appliquant à cette étude la méthode d'analyse usitée en statistique. Se basant sur les données résultant de toutes les mesures effectuées de la topographie du Globe, il compare la répartition verticale du relief terrestre représentée par la courbe hypsographique avec la répartition théorique figurée par la courbe de la loi des écarts. Les divergences constatées entre les deux courbes s'expliquent très simplement par l'action de l'érosion qui a réduit les superficies structurales au-dessus du niveau de la mer et celle de l'accumulation des sédiments qui a augmenté les superficies dans les premières profondeurs sous-marines. On obtient ainsi une explication rationnelle des formes de la courbe hypsographique.

En construisant l'épure de la courbe hypsographique réelle du relief terrestre d'après les données de l'expérience et de la courbe hypsographique structurale représentant le relief terrestre tel qu'il existerait en l'absence de toute érosion, l'auteur déduit des positions relatives de ces deux courbes toute une série d'enseignements du plus haut intérêt. Il a pu calculer ainsi la réduction des superficies du sol aux différentes altitudes dans la zone d'érosion, les augmentations de la superficie dans la zone d'accumulation ainsi que le volume des sédiments accumulés dans les premières profondeurs sous-marines en excédent du relief structural auxquel il a donné le nom de bourrelet continental.

M. Soulier prouve que le bourrelet continental n'est pas une fiction de statisticien, mais qu'il existe réellement, sa surface constituant les plaines de comblement, la plateforme littorale et le talus continental. Son extension à la surface du globe est fort irrégulière et intimement liée à la direction de la circulation générale atmosphérique et marine qui règlent respectivement la répartition des pluies et le transport des sédiments. Le Bourrelet continental a une importance géographique exceptionnelle, car c'est lui qui provoque l'extension des continents en soudant entre eux, en une masse unique, les sommets émergés des plissements sous-marins.

Après avoir comparé la morphologie générale des reliefs de la Terre et de la Lune, l'auteur a été conduit à une théorie orogénique absolument nouvelle. D'après lui, les dénivellations du sol de ces deux astres et de tous les corps célestes suffisamment refroidis pour que l'élément liquide ait pu se condenser à leur surface résulteraient de l'expansion d'une couche orogénique située dans leur écorce superficielle. L'eau, en s'infiltrant dans l'intérieur du sol, pénétrerait dans les régions portées à une haute température, où elle acquerrait une force d'expansion considérable par capillarité et sous l'influence de la chaleur. Par suite de ces pressions et aussi sous le poids des terres augmenté de celui de la couche d'eau superficielle, le magma fluide ainsi produit s'épancherait souterrainement vers la périphérie des bassins orogéniques. Telles seraient les causes des manifestations orogéniques les plus diverses à la surface de la Terre et de son satellite, cirques et mers lunaires, mers, bassins océaniques et chaînes de montagnes terrestres, etc.

En résumé, livre rempli d'idées nouvelles et dont la lecture s'impose à tous ceux qu'intéresse la genèse de notre Globe.

H. Auterbe.

Les Sociétés d'Insectes; leur origine, leur évolution. par W. Morton Wheeler. In-16 de 468 pages avec 61 figures (*Encyclopédie scientifique*). O. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

La *Revue Scientifique* a annoncé en son temps la venue en France de M. W. Morton Wheeler, exchange-professor envoyé par l'Université Harvard à l'Université de Paris. Les biologistes se joignirent aux étudiants pour écouter, au cours d'une douzaine de leçons, la personnalité, peut-être la plus qualifiée des temps modernes, leur exposer ses idées sur l'origine et l'évolution des Sociétés d'Insectes. Ces leçons, dont la première a d'ailleurs été publiée in-extenso dans nos colonnes (1926, page 548), viennent d'être réunies, dans un volume de l'*Encyclopédie scientifique*, par le professeur lui-même, qui n'a pas craint d'apporter toute la documentation possible, susceptible d'éclairer le lecteur sur le sujet.

Très richement documenté, cet ouvrage est d'un puissant intérêt. Il témoigne de la part de l'auteur, d'une grande érudition, et laisse l'impression que M. Wheeler

connaît, a lu et analysé tout ce qui a été écrit sur les Insectes sociaux. Ces sociétés, dont l'étude est si captivante, sont présentées dans tout leur développement et sous tous leurs aspects, d'une manière rationnelle et avec des interprétations philosophiques très originales.

On ne peut s'étendre ici sur les points présentant une importance de premier plan; toutefois, une mention spéciale doit être faite de tout ce qui a trait à la *trophallaxis* (échange de nourriture), notion qui a été introduite dans la science par Wheeler et qui englobe l'ensemble des stimulis contribuant à l'évolution et au développement des sociétés d'insectes.

Le sujet de l'ouvrage est si varié que ce dernier peut intéresser non seulement les termitologues et les hyménoptéristes, mais encore bien d'autres spécialistes. C'est ainsi que l'étude des commensaux des Termites ou des Fourmis donne lieu à des chapitres où les coléoptéristes et diptéristes pourront trouver des renseignements fort utiles.

Un index bibliographique très complet, puisqu'il comprend plus de 40 pages (800 titres environ), constitue aussi un instrument d'étude très précieux qui rendra des services inestimables à tous ceux qui s'intéressent aux insectes sociaux.

Dois-je rappeler que c'est à M. W. Wheeler que nous devons la récente publication du manuscrit inédit sur les Fourmis de l'illustre Réaumur. M. Caullery a consacré quelques pages de la *Revue Scientifique* à ce dernier travail. Enfin, il ne faut pas oublier que la Société entomologique de France a décerné à M. W. Morton Wheeler le prix Dollfus, annuité 1926, pour l'ouvrage que nous présentons aujourd'hui au public. P. V.

Le communisme chez les Insectes, par E. L. Bouvier. In-8° de 291 pages avec figures. Paris. E. Flammarion, 1926. Prix : 13 francs.

Comme l'auteur l'explique dans sa préface, l'objet de ce livre est de mettre en évidence et d'analyser l'esprit qui anime les Sociétés communistes d'Insectes; c'est donc une étude générale sur ce qu'on appelle généralement les Insectes sociaux. Avec sa méthode et sa clarté habituelle, l'auteur guide le lecteur au milieu des différentes formes de Sociétés d'Insectes et l'amène à comprendre l'évolution qui a conduit aux extraordinaires associations des Termites et des Hyménoptères supérieurs. La première partie du volume établit une sorte de classification dans les diverses Sociétés d'Insectes, depuis les Sociétés annuelles des Guêpes monogynes jusqu'aux Sociétés pérennes et beaucoup plus complexes des Abeilles, des Fourmis et des Termites. La seconde partie étudie la genèse et l'évolution des Sociétés communistes chez les Insectes; partant des groupements purement individualistes d'Insectes comme les Pucerons, l'auteur nous montre des Sociétés maternelles, des Sociétés conjugales, puis l'évolution des caractères sociaux chez les Hyménoptères chasseurs, qui conduit aux groupes supérieurs qui renferment des espèces communistes et, finalement, à la différenciation des castes. Enfin, la troisième partie du volume est consacrée au mécanisme des Sociétés communistes, aux rapports des Insectes communistes entre eux et au parallèle que l'on peut établir avec les Sociétés humaines.

Malgré la vaste étendue du sujet traité, tout est décrit avec une telle netteté dans ce petit volume, que le lecteur peut suivre sans aucun effort et se faire une idée très exacte des Sociétés d'Insectes.

L. Chopard.

Reptiles et Batraciens, par F. Angel. Voyage de Ch. Alluaud et R. Jeannel en Afrique orientale (1911-1912). In-8° de 63 pages avec 5 figures, 1 tabl. et 3 planches Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 18 fr. 50.

Les récoltes de Ch. Alluaud et R. Jeannel comptent 13 genres de Lacertiliens, 18 genres d'Ophidiens, 8 genres de Batraciens trouvés à des altitudes s'étageant de 1.500 à 3.100 m. dans l'Afrique orientale. Parmi les Lacertidés, *Algéroïdes Alloni* des monts Kenia et Kinangop, rencontré à 3.000 m. dans les forêts de bambous, offre des affinités méditerranéennes. Les Chaméléontidés comportaient autant d'exemplaires, dans le matériel rapporté par les explorateurs, que tous les autres Lacertiliens réunis : ils s'élèvent également jusqu'à 3.000 m. Une vipère, *Vipera Hindii* fut capturée à 3.100 m. dans les prairies alpines du Kinangop : elle avait déjà été observée dans le Kenia.

L. J.

Pédagogie française, par Paul Lapie, recteur de l'Académie de Paris. In-8 de 270 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Cette deuxième édition, diffère surtout de la première, parue il y a quatre ans, par l'insertion de trois morceaux inédits et importants : Ce sont deux discours commémoratifs prononcés en l'honneur de Mme Kergomard et de Jules Ferry et un essai très instructif sur l'avenir de notre enseignement national. Dans cette dernière étude, l'auteur expose avec l'autorité de sa valeur personnelle et le prestige de sa haute fonction universitaire le plan de ce que devrait être cet organisme projeté, dont on parle tant aujourd'hui, *l'école unique*, expression peu heureuse, parce que mal définie, sur laquelle les esprits les plus éclairés ne paraissent pas encore bien s'entendre, comme en ont témoigné les débats assez confus qui ont marqué la dernière discussion du budget de l'Instruction publique. Mais laissons de côté cette controverse, « *jam vexata quæstio* ».

L'ouvrage de M. Lapie, tel qu'il se présente aujourd'hui comprend douze fragments divers : rapports, conférences, articles de revues, circulaires administratives, formant un tout bien homogène, malgré leur variété, car les différentes parties de ce tout sont rattachées entre elles par un double lien, l'unité d'objet et l'unité de méthode. L'auteur y a résumé l'historique de la pédagogie française du XVI^e^ siècle à nos jours, c'est-à-dire de Rabelais et Montaigne à Quinet et Duruy.

Il y développe et discute les grands principes moraux psychologiques et sociaux sur lesquels devraient s'étayer l'instruction et l'éducation de nos fils et de nos filles. Il aborde ensuite le côté pratique, en prévoyant l'application de sa thèse à l'ordre scolaire. Dans deux de ses chapitres, — non des moins captivants, — il traite de l'école maternelle, de la direction des tout petits; et l'émotion avec laquelle il en parle, souligne finement l'importance qu'il convient d'accorder à ces problèmes, toujours posés, jamais résolus, relatifs à la formation de l'esprit, du cœur et du caractère chez le jeune enfant : « *De minimis curat rector* ».

Loustau-Chartez.

Cours raisonné et détaillé du Bâtiment, par le colonel G. Espitallier, ouvrage en 14 volumes in-16, L. Eyrolles, éditeur à Paris.

Avec une remarquable clarté, le regretté colonel G. Espitallier, ancien professeur à l'Ecole d'Application de Fontainebleau, a exposé tous les principes essentiels de l'art de bâtir, est entré dans tous les détails indispensables mais sans jamais s'écarter des qualités de concision et de précision que de nombreuses promotions d'élèves-ingénieurs et d'élèves-architectes ont eu l'occasion

d'apprécier. On retrouve dans son ouvrage, le reflet des qualités de son cours oral, le tout est si bien classé et ordonné que ces quatorze livres d'enseignement se lisent avec la plus grande facilité.

On y trouve tout ce qui concerne le bâtiment : les fondations, les maçonneries, les échafaudages et en général l'outillage des chantiers, des notions de résistance des matériaux, les bois, les fers, les charpentes, les travaux complémentaires de couverture, vitrerie et peinture, l'alimentation en eau et les installations sanitaires, le chauffage, la ventilation, la distribution et l'installation d'ensemble d'un bâtiment, la composition des façades et du parti architectonique, des instruments pour les levers de bâtiment et pour la rédaction des projets, enfin tout ce qu'il faut savoir pour faire les métrés ou estimations de bâtiments.

Cet ouvrage technique considérable rendra les plus grands services, tant par la clarté et la sincérité de son texte que par la netteté et l'exactitude des nombreux schémas et figures qu'il contient.

Ed. M.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

R. Ferrier. — Quelques idées sur l'Electrodynamique. Théories nouvelles sur l'Oscillateur de Planck et le mouvement Autonome. In-8° de 48 pages. Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

Baly. — Spectroscopy, 3e édition. Tome II. In-8° de 400 pages avec figures. Longmans, Green and C° Ltd, éditeur, London. — Prix : 18 sh.

P. Thomas. — Cours de chimie biologique, I. Partie générale. In-4° de 362 pages. Presses Universitaires. Prix : 70 francs.

H. Bouasse. — Verges et plaques. Cloches et carillons. In-8° de 480 pages avec 211 figures. Delagrave, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

Jean Bodin. — Contre Freud. Critique de toutes psychologies de l'inconscient. In-8° de 102 pages. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 14 francs.

Edwin W. Liggingston. — Paratonnerres. In-8° de 108 pages avec 83 figures. Girardot, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

A. S. E. Eddington. — Stars and atoms. In-8° de 127 pages. The Clarendon Press, Oxford. — Prix : 7 sh. 5.

J. Fritsch et A. Vasseux. — Traité théorique et pratique de la fabrication de l'alcool et des produits accessoires. (Ether sulfurique, Acétone par fermentation, Alcool synthétique). In-8° de 586 pages avec 90 figures. Legrand, éditeur, Paris. — Prix : 70 fr.

M. P. Nolf. — Du rôle des Nerfs vague et sympathique dans l'innervation motrice de l'estomac de l'Oiseau. In-8° de 142 pages avec nombreuses figures. Imprimerie « L'Avenir », 34, place Jamblinne-de-Meux, Bruxelles.

Pierre Villey. — L'aveugle dans le monde des voyants. Essai de sociologie. In-16 de 330 pages. *Bibliothèque de Philosophie scientifique*), Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Félix Ravaisson. — De l'Habitude. Nouvelle édition. In-18 de 62 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 12 fr.

Dr Louis Pagès. — Affectivité et Intelligence. Etude psycho-pathologique. In-8° de 95 pages, Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Eugénio Rignano. — Qu'est-ce que la vie. Nouveaux essais de synthèse biologique. In-8° de 208 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Guillaume. — Les radiations lumineuses en physiologie et thérapeutique. In-8° de 515 pages avec figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Garnier et Delamare. — Dictionnaire des termes techniques de médecine, 9e édition. In-18 de 659 pages. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

J. Roskam. — Physiologie normale et pathologie du globulin. In-8° de 151 pages avec figures. Presses Universitaires, Paris.

Fritsch. — Fabrication et raffinage des huiles et graisses d'origine animale. Huiles et graisses d'animaux terrestres. Huiles et graisses d'animaux marins. In-8° de 448 pages avec 34 figures. 2e édition. Legrand, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

John W. T. Walsh. — Photometry. In-8° de 505 pages avec figures. Constable, éditeur, 10 et 12, Orange St, London, W.C. 2. — Prix : 40 sh.

L. Barbillion et Bergeon. — Les alternateurs industriels. In-8° de 296 pages avec 240 figures et 8 planches. Albin Michel, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

Bertram Austin et Francis Lloyd. — Le secret des hauts salaires. Traduit de l'anglais par Paul Le Bailly. In-8° de 200 pages, Payot, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Nouvelles séries de fiches en couleurs des plantes médicinales et essences. Office national des matières premières, 12, avenue du Maine. — Prix : 1 fr. 75 la série de huit fiches.

Edmond Goblot. — La logique des jugements de valeur : Théorie et applications. In-8 de 209 pages. Colin, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Daniel Essertier. — Les formes inférieures de l'Explication. In-8° de 356 pages. (*Bibliothèque de Philosophie contemporaine*), Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 35 fr.

Georges Bricard. — L'organisation scientifique du travail. In-16 avec 33 figures (*Collection Armand Colin*), Colin, éditeur, Paris. — Prix 9 francs.

Le Besnerais. — Théorie du navire. Tome II. In-16 de 200 pages. (*Collection Armand Colin*), Colin, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

A. Turpain. — Eléments de thermodynamique. In-8° de 170 pages avec 32 figures et 11 tableaux de valeurs numériques. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Edouard Rist. — La Tuberculose. In-16 de 350 pages avec 25 figures. (*Collection Armand Colin*), Colin, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

A. Richard. — Les automobiles sans pétrole. L'alcool d'industrie. (*Encyclopédie Léauté*). In-8° de 222 pages avec 30 figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 18 fr.

Aimé Witz. — Thermodynamique à l'usage des ingénieurs. 4e édition. In-8° de 334 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 28 francs.

Roger Gillot. — L'eau chaude thermosiphon dans l'habitation. In-8° de 132 pages avec 7 abaques. Desforges, Girardot et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 36 francs.

Solange Pellat. — Les lois de l'écriture. In-8° de 62 pages avec nombreux fac-similis d'écriture, Vuibert, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Le Gérant : M. Hédan.

Impr. P. & A. Davy, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 12 — 65e ANNÉE — 25 JUIN 1927

DANIEL BERTHELOT

Né à Paris, le 8 novembre 1865, Daniel Berthelot, après de solides études littéraires, se sentit porter irrésistiblement vers les sciences. Il entra, en 1884, comme préparateur-adjoint au laboratoire des recherches physiques de la Faculté des Sciences de Paris. En 1892, il était nommé assistant près la chaire de physique au Muséum d'histoire naturelle. Deux ans plus tard, il passait, en qualité d'agrégé, à l'École supérieure de Pharmacie, où il devint professeur titulaire en 1903.

Ses premiers travaux :
Conductibilités électriques
et équilibres chimiques des solutions diluées.

Ses premiers travaux, publiés de 1889 à 1893, sont relatifs à l'étude des équilibres chimiques des solutions au moyen des conductibilités électriques.

En opérant sur des solutions à 1/100 de molécule-gramme par litre, c'est-à-dire beaucoup plus diluées que celles qu'emploient d'habitude les chimistes, il montra que la conductibilité permet de suivre très aisément les détails des réactions jusque dans des solutions extrêmement étendues. Cet avantage est particulièrement précieux quand il s'agit des liquides de l'organisme qui sont généralement pauvres en sels.

Il établit une méthode nouvelle, celle des courbes de neutralisation, qui permet de juger d'un coup d'œil la marche des réactions. Dans le cas le plus simple, celui de la neutralisation d'un acide monobasique fort par une base monobasique forte (qui forment un sel neutre stable, même en solution étendue), la courbe se compose de deux droites qui se coupent sous un angle très aigu. Dans le cas des acides polybasiques, on trouve plusieurs points anguleux. Enfin dans le cas des acides faibles, des phénols et des alcools, qui donnent des combinaisons salines décomposées par l'eau, cette décomposition partielle entraîne le remplacement des points anguleux par des parties arrondies.

La méthode des courbes de neutralisation est employée couramment aujourd'hui pour l'examen des liquides organiques, et notamment pour l'analyse des vins et la recherche des fraudes.

Recherches pyrométriques.

De 1895 à 1900, Daniel Berthelot mit au point une méthode physique nouvelle, fondée sur le phénomène des interférences pour l'évaluation des températures élevées.

Le problème de la pyrométrie ou mesure des hautes températures se heurte à des difficultés si considérables qu'il existait encore au moment de ses recherches des écarts de 40° entre les nombres des meilleurs expérimentateurs pour la plus importante des constantes pyrométriques au voisinage de 1.000°, le point de fusion de l'or.

En comparant les méthodes antérieures, il remarqua que les thermomètres à solides ou à liquides ne paraissaient guère susceptibles de donner des indications absolues. Seuls les gaz

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

suivent des lois simples et bien connues, qui se vérifient de mieux en mieux quand la température croît, ce qui les rapproche de l'état gazeux parfait.

Si les thermomètres à gaz eux-mêmes n'avaient donné jusque-là que des résultats incertains à la température du rouge, cela tenait aux déformations et aux résidus de dilatation des réservoirs en porcelaine, universellement adoptés depuis que Sainte-Claire Deville avait montré que les réservoirs en platine portés au rouge deviennent perméables à l'hydrogène.

La méthode préconisée par Daniel Berthelot est indépendante de la forme, des dimensions, et même de l'existence d'une enveloppe thermométrique. Elle consiste à évaluer la densité d'une colonne gazeuse chaude par la mesure de son indice de réfraction, c'est-à-dire par le simple examen d'un rayon lumineux qui l'a traversée.

La réalisation de l'appareil présenta de grandes difficultés expérimentales en raison de la nécessité d'écarter suffisamment les deux faisceaux interférents pour qu'ils puissent traverser deux tubes portés à des températures très différentes.

Il réussit à en triompher par des dispositifs optiques très originaux. Il fixa ainsi avec précision les constantes pyrométriques principales au voisinage de 1.000°, telles que les points de fusion de l'argent et de l'or et le point d'ébullition du zinc. Ses déterminations s'écartaient tantôt en plus, tantôt en moins d'une vingtaine de degrés des mesures antérieures ; elles différaient d'une douzaine de degrés de celles-ci dans le cas du zinc, où les observateurs les plus réputés, par une concordance qui avait paru trop grande pour être fortuite, avaient tous trouvé sensiblement la même valeur. Cependant, dans ce cas, comme dans les autres, ce sont les nombres de Daniel Berthelot qui ont été retrouvés depuis à moins de 2° près, par les méthodes les plus perfectionnées. Aussi ses travaux constituent-ils une contribution importante à la météorologie des hautes températures.

Recherches sur les propriétés générales des fluides.

Daniel Berthelot montra que si les gaz parfaits, tels qu'on les envisage en thermodynamique, n'existent pas, on peut concevoir un état gazeux parfait qui représentent un état limite, dont les gaz s'approchent à toute température quand leur pression décroît indéfiniment.

Dans cet état les poids de volumes égaux de deux gaz sont rigoureusement proportionnels à leurs poids moléculaires, et tous les gaz possèdent le même coefficient de dilatation.

Il déduisit de là une méthode purement physique, dite méthode des densités limites, pour la détermination rigoureuse des poids atomiques.

Le chimiste le plus autorisé en ce domaine, Stas, avait prononcé une condamnation formelle contre l'emploi des densités gazeuses pour la fixation des poids atomiques.

En effet les densités normales (prises sous une atmosphère), présentent des écarts bien supérieurs aux erreurs d'expériences avec les nombres qui résultent des analyses chimiques. Mais Daniel Berthelot réussit à montrer qu'on fait disparaître ces écarts et qu'on obtient un accord parfait entre les méthodes physiques et les méthodes chimiques en multipliant les densités normales par le rapport $\frac{p_1 v_1}{p_0 v_0}$ des valeurs que prend le produit pv sous la pression de 1 atmosphère et sous une pression très faible.

Une détermination de poids atomiques exige donc, outre la mesure de la densité normale du gaz dont on se contentait autrefois, celle de sa compressibilité au voisinage de la pression atmosphérique. Or, ces données ont été déterminées avec une haute précison par Regnault dès le milieu du XIX^e siècle. En partant des densités et des compressibilités de l'hydrogène, de l'oxygène, de l'azote, de l'acide carbonique, contenues dans le grand ouvrage de Regnault de 1847. Daniel Berthelot trouva pour les poids atomiques des éléments fondamentaux des nombres à peine moins précis que ceux qu'on déduit des mesures plus récentes, telles que celles de lord Rayleigh.

La méthode des densités limites est complètement indépendante des théories découvertes postérieurement à Regnault, telles que celles des points critiques et des états correspondants. Elle est tout à fait rigoureuse, tandis que le théorème des états correspondants ne représente qu'une approximation parfois assez grossière.

Cette méthode permit à Daniel Berthelot de rectifier immédiatement le poids atomique de l'azote, fixé par des méthodes chimiques indirectes et qui était peu exact. Elle a été employée depuis avec succès par lord Rayleigh, par sir William Ramsay, par M. Guye et par de nombreux chimistes (1).

Une autre application des mêmes principes consiste dans la réduction des indications des thermomètres à gaz à l'échelle absolue des températures. Les formules établies par Daniel Berthelot pour effectuer ces réductions sont aujourd'hui classiques.

(1) Signalons qu'indépendamment de Daniel Berthelot et dans le même temps, M. Leduc imagina sa méthode dite des volumes moléculaires qui conduit à des résultats presque identiques.

Ces mêmes travaux lui permirent de calculer avec une grande précison la constante R qui entre dans l'équation des gaz parfaits :

$$pv = RT.$$

On sait quelle importance présente cette constante R en thermodynamique et en chimie physique. La valeur calculée par Daniel Berthelot a été adoptée officiellement lors du Congrès de Chimie de Rome, en 1906.

Enfin Daniel Berthelot établit une équation caractéristique nouvelle, aujourd'hui classique, applicable aux gaz sous de faibles et moyennes pressions (de l'ordre de quelques dizaines d'atmosphères), qui représente très bien leurs propriétés dans toute l'échelle des températures, ce que l'équation de Van der Waals est loin de permettre. Cette équation nouvelle donne avec une grande exactitude, au moyen des constantes critiques, le poids atomiques, les écarts des thermomètres à gaz, les variations des chaleurs spécifiques, les effets calorifiques de la détente, etc. « Dans ce mémoire de D. Berthelot, écrivait le grand physicien anglais lord Rayleigh, la question de la variation de la compressibilité des gaz avec la température et celles qui s'y rattachent sont discutées d'une manière admirable. »

Actions physico-chimiques de la lumière.

De 1910 à 1916, Daniel Berthelot se consacra à l'étude des actions physico-chimiques de la lumière et spécialement de la lumière ultraviolette que l'on obtient facilement aujourd'hui au moyen des lampes en quartz à vapeur de mercure. Il effectua ses recherches à la station de chimie végétale de Meudon, créée par Marcellin Berthelot.

Du point de vue théorique, Daniel Berthelot établit que le rôle de la fréquence vibratoire de la lumière est comparable à celui de la température dans la chaleur. De même qu'il n'est pas indifférent de posséder une calorie à 1.000° ou une calorie à 0°, qu'on peut tirer de la première un travail mécanique bien plus grand que de la seconde, qu'on peut, avec la première, réaliser des réactions chimiques sur lesquelles la seconde est inefficace, de même l'activité de la lumière est d'autant plus grande que la fréquence vibratoire est plus élevée. La chimie des hautes fréquences, dit Daniel Berthelot, est assez comparable à celle des hautes températures ; la lampe en quartz à vapeur de mercure peut remplacer, dans bien des cas, le four électrique.

Ainsi, à la température ordinaire, l'eau est un corps liquide, inerte et stable ; chauffée à haute température, elle se scinde en ses constituants et fournit un mélange d'hydrogène et d'oxygène qui constitue le plus puissant explosif connu sous un poids donné ; l'action des rayons ultra-violets réalise, à basse température, la même transformation. A la température ordinaire, l'anhydride carbonique est un gaz inerte, sans énergie chimique ; sous l'influence d'une température élevée ou par l'intervention de rayons ultra-violets, il donne un mélange détonant d'oxyde de carbone et d'oxygène. De même, hautes températures et rayons ultra-violets transforment l'oxygène en une forme polymérisée d'une grande activité chimique, l'ozone.

En collaboration avec Gaudechon, Daniel Berthelot utilisa la haute qualité énergétique des rayons ultra-violets pour reproduire le mécanisme le plus important de restauration d'énergie chimique qui fonctionne dans le monde : l'*assimilation chlorophyllienne*. Si on expose aux rayons ultra-violets un mélange d'eau et d'anhydride carbonique, le premier effet est une décomposition : l'anhydride carbonique se dédouble en oxyde de carbone et oxygène, l'eau en hydrogène et oxygène. Mais l'oxyde de carbone et l'hydrogène se combinent sous l'influence de la lumière ultraviolette, en produisant le plus simple des hydrates de carbone, l'aldéhyde formique qui se condense et se polymérise ensuite pour donner les sucres végétaux. On voit avec quelle simplicité le sucre, type des aliments énergétiques, peut être obtenu aux dépens de l'anhydride carbonique et de la vapeur d'eau de l'air.

Parmi les autres réactions que Daniel Berthelot a réussi à effectuer avec les rayons ultraviolets, mentionnons la synthèse des composés quaternaires à partir de l'anhydride carbonique CO^2 et de l'ammoniaque NH^3. Sous l'influence des rayons ultra-violets, le mélange de ces deux gaz donne naissance au plus simple des composés quaternaires, l'amide formique, qui représente le point de départ des substances albuminoïdes ou protéiques, bases de la matière vivante.

Les rayons ultra-violets ne produisent pas seulement des synthèses ; ils décomposent la plupart des corps organiques, et la *photolyse*, ou décomposition par la lumière, paraît même être un phénomène plus général que l'*électrolyse* ou décomposition par le courant électrique.

Les dégagements gazeux de la photolyse rappellent, à certains égards, ceux des fermentations. Ce n'est là qu'une des multiples analogies des rayons ultra-violets et des ferments. Daniel Berthelot, enfermant diverses catégories d'aliments (sucres, corps gras, protéines) dans un ballon de quartz et faisant agir sur eux les rayons ultra-violets, a réalisé leur digestion artificielle dans des conditions d'asepsie rigoureuse et en l'absence de tout ferment.

L'étude générale des actions chimiques des radiations conduisit Daniel Berthelot à admet-

tre la possibilité d'action réversibles entre la lumière et les phénomènes chimiques : « Dire qu'il y a réversibilité, écrit-il, c'est dire que la lumière d'une fréquence donnée envoyée sur le système chimique y produit une réaction déterminé eet qu'inversement la réaction s'accompagne d'une émission de lumière de fréquence définie.

« Ce dernier point paraît d'abord insolite. On n'est pas habitué à associer à l'idée de réaction chimique l'idée d'émission de lumière. Dans la pratique, cette émission passe presque toujours inaperçue, soit qu'elle soit trop faible pour être saisie (étant donné que les chimistes n'ont pas l'habitude d'opérer dans l'obscurité), soit qu'elle se produise en dehors du spectre visible. Cependant, il faut bien admettre la généralité du phénomène si l'on veut appliquer les principes de la thermodynamique.

« C'est pourquoi, il y a une douzaine d'années, j'ai exprimé l'idée que cette émission de lumière présentait un caractère beaucoup plus général qu'on ne l'admettait à ce moment.

« J'ai d'ailleurs, pour de très nombreuses expériences exécutées avec les rayons ultra-violets, montré que les réactions photochimiques offraient une variété insoupçonnée avant ces études, qui ont beaucoup élargi ce chapitre de la science. »

Les dernières années.

En 1914, Daniel Berthelot était élu membre de l'Académie de médecine. Pendant la guerre, il mit toute son activité au service de la défense nationale. En 1919, il entrait à l'Académie des Sciences, en remplacement de Amagat.

Son activité ne se ralentit jamais. Il s'intéressa toujours aux questions soulevées par les théories nouvelles. Sans doute ne partageait-il pas l'enthousiasme de beaucoup de physiciens. Il n'était pas de ceux qui s'imaginent assez volontiers que la physique date d'il y a vingt ans. Partageant en cela les idées de Marcellin Berthelot, il attachait plus d'importance aux expériences qu'aux théories et son esprit critique ne manquait jamais de mettre en évidence les lacunes et les points faibles des hypothèses les plus en vogue.

En 1916, il fit devant la Société française des Electriciens une magistrale conférence sur la réciprocité des phénomènes électriques et des phénomènes magnétiques, qui provoqua une discussion des plus instructives. En 1922, il publiait chez Payot, à l'usage du grand public, une étude critique des plus captivantes sur « la physique et la métaphysique des théories d'Einstein », qui n'est pas exempte, parfois, d'une certaine ironie :

« Jeunesse éternelle ! immortalité ! commu-nion des morts et des vivants ! grandioses espoirs ! illusions messianiques ! Nous assistons à l'éclosion d'une religion nouvelle. La forme en est singulière. Le langage en est abstrait. Les mystères en sont profonds. Les négateurs d'hier sont les fanatiques de demain. Je vois, je sais, je suis désabusé. »

Dans une communication faite devant la Société des Ingénieurs Civils, le 27 février 1925, il fit, d'un point de vue plus scientifique, un exposé critique extrêmement suggestif sur l'origine et le développement des doctrines de la relativité.

A l'occasion de la commémoration du centenaire des découvertes de Sadi-Carnot, il prononça, à la séance solennelle du 20 janvier 1926, de cette dernière Société, un magistral discours dans lequel, après avoir rappelé l'œuvre de Sadi Carnot, il exposait les multiples conséquences qui en sont ultérieurement résultées, et celles qu'il sera possible d'en tirer dans l'avenir.

Dans une remarquable conférence faite dans le laboratoire de M. Charles Moureu : « L'aspect chimique de la théorie des quanta et la thermodynamique des réactions photochimiques », il développa des idées très originales sur les phénomènes chimiques, les quanta, la nature de la chaleur, etc.

Il s'occupa également beaucoup, ces dernières années ,des problèmes importants que soulève la mise au point d'un carburant national destiné à être substitué en partie aux essences tirées du pétrole, pour lesquelles nous sommes tributaires de l'étranger. D'ailleurs, il s'intéressa toujours aux applications de la Science à l'Industrie. Il fut le conseiller écouté d'un grand nombre de sociétés industrielles dont il présidait le conseil d'administration.

Daniel Berthelot, dont la santé fut longtemps excellente semblait pouvoir se permettre les longs espoirs et les vastes pensées, mais une phlébite, en 1924, le tint plusieurs mois durant éloigné de ses occupations. Il mourut subitement le 8 mars 1927, après avoir assisté, la veille encore, à la séance de l'Académie des Sciences. Je ne me souviens pas, sans une profonde émotion, que je venais de recevoir une longue lettre de lui, lorsque les journaux du matin m'apprirent sa fin si brusquement prématurée.

Le savant et l'homme.

« Par le choix et l'ingéniosité des méthodes mises en œuvre, écrit M. Ch. Barrois président de l'Académie des Sciences, la précision des observations, la sagacité des aperçus théoriques, Daniel Berthelot s'est classé parmi les expérimentateurs les plus habiles et les plus avisés de notre temps. » A ses rares qualités d'expérimentateur, Daniel Berthelot ajoutait les plus

remarquables dons d'exposition. Tous ses écrits se distinguent par la clarté et la précision de la pensée, la sobre élégance de la forme, qualités que Daniel Berthelot avait héritées de son père, et qui contribuent à le classer parmi les plus grands des savants français.

Ces mêmes qualités en faisaient un professeur et un conférencier remarquables. Il savait rendre claires et attrayantes, même pour les profanes, les questions les plus complexes.

Il ne pensait pas que le savant peut s'isoler dans sa tour d'ivoire, mais qu'il doit au contraire se pencher vers les humbles et essayer de leur inspirer le désir de connaître et le sentiment de la beauté, qui font, pour beaucoup d'entre nous, le charme et le prix de la vie. Son attention était sans cesse attirée sur les problèmes que soulève la lutte contre les grands fléaux qui désolent l'humanité. Mais il connaissait trop les hommes pour ignorer combien il est difficile de lutter contre les égoïsmes et les intérêts coalisés. On se rappelle avec quelle âpreté, quelle éloquence aussi, il dénonça ces égoïsmes dans le débat que souleva à l'Académie de médecine la question, non encore résolue, de la déclaration de la tuberculose. Dans cette communication, il émettait sur l'évolution de notre civilisation, sur l'avenir de la recherche scientifique, des idées peut-être un peu pessimistes, mais que les faits semblent hélas, de plus en plus justifier : « La civilisation gréco-romaine, parvenue au plus haut degré de culture et de philosophie, périt pour avoir trop négligé les questions sociales. Sa chute fut préparée par ces mouvements obscurs, ces agitations sourdes, qui avaient pour théâtre les bas-fonds des grandes villes, comme Rome et Alexandrie, et qui excitaient dans les classes riches des appréhensions analogues à celles que soulève aujourd'hui l'Internationale... C'est ma conviction profonde que sur les ruines du monde moderne, nous allons voir grandir un mouvement analogue à bien des égards, où les questions intellectuelles cèderont le pas aux questions sociales. Les hommes de notre génération auront été les témoins — je le crains du moins — de l'apogée de la recherche scientifique. A l'heure où je parle, son déclin a peut-être déjà commencé ».

Ce qui attirait le plus, chez Daniel Berthelot, ce qui le faisait aimer de tous ceux qui l'approchaient, c'était l'aménité de son caractère et les plus rares qualités du cœur. Il était bon, il était simple, il était modeste. Il dédaignait les honneurs et, comme Pierre Curie, il refusa toujours de se laisser décorer. « Ses frères, ses sœurs qui le pleurent avaient coutume de le peindre comme le plus affectueux et le meilleur d'entre eux. Spirituel, malin, un peu taquin dans son enfance, il s'était toujours montré le plus oublieux de lui-même, le plus prompt à se dévouer... Ce maître qui vivait aux extrêmes limites de la connaissance, qui défrichait en ces régions ardues où la physique, la chimie, la biologie expérimentale rejoignent la mathématique, cet austère chercheur, on le rencontrait dans le monde et il dînait en ville, s'appliquait à répondre avec lucidité, modestie, aux questions parfois singulières que lui posait quelque voisin de table. Bienveillant au point de réprimer les mots d'esprit qui lui venaient et de laisser à peine deviner, de temps à autre, quelque ironie, il excellait à supprimer les distances, à faire fléchir son énorme savoir pour le mettre au niveau des intelligences modestes, et il trouvait toujours le moyen de dire quelques paroles accessibles, justes et sages, qui nous demeuraient dans l'esprit. » (Dr Maurice de Fleury.)

Héritier d'un nom illustre, l'un des plus illustres de notre temps et peut-être de tous les temps, il sut le porter dignement et ajouter à sa gloire. Ses recherches sur les actions chimiques de la lumière ultra-violette prolongent tout naturellement les synthèses chimiques, dont l'œuvre de Marcellin Berthelot avait établi la généralité et la fécondité. Elles confirment cette idée, chère à Marcellin Berthelot, que les actions physico-chimiques sont capables de produire des effets identiques à ceux que, chez les êtres vivants, on attribuait autrefois à une mystérieuse force vitale. Et c'eût été, pour Daniel Berthelot, qui avait à un si haut degré le culte de la mémoire de son père, qui veillait sur sa gloire, une douce joie de s'associer aux manifestations qui se préparent pour honorer dignement le grand savant, le penseur aux idées généreuses, le patriote éclairé que fut Marcellin Berthelot.

A. Boutaric,
Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

DE L'ESSOR DES AVIONS

Les grands raids sans escale effectués ou entrepris ces temps derniers, notamment en vue de traverser l'Atlantique, ont appelé, d'une façon particulière, l'attention sur les difficultés de l'essor des avions emportant, au départ, une charge considérable telle que celle nécessaire à l'exécution de ces raids.

Ces difficultés sont connues depuis longtemps et l'avantage de les réduire, sinon même de les supprimer, a jadis été invoqué en faveur de

l'emploi d'hélices pouvant concourir à la sustentation.

Dès le début de l'aviation, cette question a soulevé de vives controverses et j'ai, moi-même, indiqué dès 1908 (1), dans une étude utilisant les résultats établis à cette époque, comment on pouvait effectuer la comparaison de l'essor des aéroplanes avec celui des appareils disposant d'hélices à la fois sustentatrices et propulsives.

Je me propose simplement ici de reprendre cette question pour étudier avec plus de détails, à la lumière des connaissances acquises depuis cette époque, les conditions de l'essor des avions munis d'hélices uniquement tractives et, particulièrement, le cas où cet essor est le plus difficile, c'est-à-dire celui des avions très chargés par unité de surface alaire ou par unité de puissance des moteurs.

Phases de l'essor.

Considérons le roulement d'un avion sur le sol et désignons par P le poids de l'avion, par S sa surface, par V sa vitesse, par ρ la densité de l'air, par T la traction de ses hélices au régime de pleine admission des moteurs, par c_x et c_z les coefficients classiques de résistance et de portance, enfin par $tg\psi$ le coefficient de frottement de roulement de l'avion sur le sol. Ce coefficient dépend de la vitesse de l'avion. Au démarrage, en particulier, il peut prendre une valeur plus élevée que lorsque l'avion roule. Pour simplifier, nous le regarderons comme constant en lui donnant une valeur représentant sa *valeur moyenne pendant l'essor*.

L'équation du mouvement de l'avion sur le sol s'écrit :

$$(1)\qquad \frac{P}{g}\frac{dV}{dt} = T - tg\,\psi\left(P - \frac{\rho}{2} S c_z V^2\right) - \frac{\rho}{2} S c_x V^2.$$

La première condition à considérer est évidemment celle du *démarrage*. Pour que celui-ci soit possible, il faut et il suffit que l'on ait :

$$(2)\qquad T_0 > P\,tg\,\psi,$$

T_0 désignant la traction des hélices au point fixe.

Supposons cette condition satisfaite. L'avion démarre et roule. La queue se soulève (2) et, pour obtenir *l'essor* le plus rapide, le pilote doit régler l'incidence à une valeur telle que, à un instant quelconque, c'est-à-dire pour une valeur quelconque de la vitesse V de l'avion, l'accélération $\frac{dV}{dt}$ de celui-ci soit maxima. L'incidence ainsi définie est telle que la quantité :

$$\frac{\rho}{2} S\,(c_z\,tg\,\psi - c_x)$$

soit maxima à chaque instant. *Cette incidence d'accélération maxima au sol est constante.* On voit qu'elle dépend de $tg\psi$, c'est-à-dire de la nature du terrain ou de la piste de départ. Désignons-la par i_1 et soient c_{x_1}, c_{z_1} les coefficients correspondants.

On sait que, pour un appareil disposant d'une puissance maxima déterminée, la montée la plus rapide est celle que l'on effectue à l'incidence i_2 dite *de moindre puissance dépensée en vol horizontal*. La vitesse ascensionnelle prise par l'appareil est alors proportionnelle à la différence entre la puissance maxima dont il dispose et cette puissance minima de vol horizontal, c'est-à-dire à ce que l'on nomme son *excédent de puissance*. Si cet excédent de puissance est nul, ou même très faible, on dit que l'appareil est *tangent*, c'est-à-dire qu'il ne peut s'élever sensiblement au-dessus du sol.

Il est clair que, pour décoller franchement et avec la plus grande sécurité possible (particulièrement pour un appareil *tangent*), il faut que le pilote adopte cette incidence i_2 au moment du décollage.

Pour décoller dans ces conditions, le pilote doit donc, en maintenant l'incidence au régime i_1, rouler jusqu'au moment où l'avion atteint la vitesse :

$$(3)\qquad V_2 = \sqrt{\frac{P}{\frac{\rho}{2} S c_{z_2}}}$$

de sustentation correspondant au régime i_2. A ce moment, il lui suffira de cabrer l'appareil en l'amenant à cette incidence i_2 pour décoller.

Un bon pilote trouve d'ailleurs, presque *instinctivement*, le régime d'incidence i_1 qui donne à l'avion, pendant qu'il roule sur le sol, son accélération maxima. Il serait, d'ailleurs, préférable que le pilote dispose d'un instrument lui permettant de contrôler l'incidence. Pour reconnaître le moment où la vitesse atteint la valeur V_2 (supposée préalablement connue), le pilote peut se régler sur l'indication de l'appareil qui sert à mesurer la vitesse. Dans certains cas, le pilote, sentant que son appareil éprouve de la difficulté à décoller à cette vitesse, peut être tenté de dépasser celle-ci et de ne cabrer son appareil que lorsque celui-ci a atteint une vitesse sensiblement supérieure à V_2. En vertu

(1) Louis Brégüet. De l'essor des aéroplanes (*l'Aérophile* 1er avril 1908).

(2) Je négligerai, pour simplifier, la phase initiale de roulement, de faible durée d'ailleurs pour un avion bien centré, phase qui s'étend jusqu'au moment où la queue se soulève. En d'autres termes j'admets que l'avion démarre, la queue soulevée.

de son inertie, l'avion, convenablement cabré, s'arrache alors du sol mais retombe aussitôt en raison du défaut de puissance des moteurs. Un tel bond peut faire croire, à tort, que l'avion est capable de s'envoler. Il constitue une *faute grave de pilotage* qui peut avoir, pour le matériel et le personnel, les plus fâcheuses conséquences.

La longueur de roulement L ou le parcours d'essor est évidemment :

$$(4) \qquad L = \int_0^{V_2} V\,dt.$$

NÉCESSITÉ ET RÔLE DE L'EXCÉDENT DE PUISSANCE.

Ayant de calculer le parcours L, il faut fixer notre attention sur la condition que nous venons de signaler et qui est nécessaire pour que le décollage puisse se produire.

Au moment du décollage, il faut et il suffit, pour que l'avion puisse s'élever, que la traction T_e des hélices au régime de plein gaz des moteurs soit supérieure à la résistance de l'avion en vol horizontal à la vitesse V_2.

Désignons par W la puissance à plein gaz des moteurs au moment du décollage, par η le rendement correspondant des hélices, enfin, par $tg\varphi_2 = c_{x_2}|c_{z_2}$ la résistance relative de l'avion pour l'incidence i_2 sous laquelle doit se faire l'envol. La condition précédente se traduit par :

$$(5) \qquad T_e = \eta.\frac{W}{V_2} \times 75 > P\ tg\ \varphi_2,$$

P, V_2 et W étant exprimés, respectivement, en kilogrammes, mètres/seconde et chevaux.

Le rapport :

$$\frac{T_e}{P\ tg\ \varphi_2} = \frac{\eta.\ W.\ 75}{P\ tg\ \varphi_2.\ V_2} = 18{,}75\ \eta\ \frac{\sqrt{c_{z_2}}}{tg\ \varphi_2}\ \frac{W}{P}\ \frac{1}{\sqrt{\frac{P}{S}}}$$

représente le rapport de la puissance utile à plein gaz des moteurs, au moment du décollage, à la puissance strictement nécessaire au vol horizontal sous l'incidence i_2. On peut donc poser *par définition* :

$$(6) \qquad 1 + \varepsilon = \frac{\eta.\ W.\ 75}{P\ tg\ \varphi_2.\ V_2},$$

ε représentant *l'excédent relatif de puissance.*

La condition (5) peut ainsi se mettre sous la forme :

$$(7) \qquad \varepsilon > 0.$$

Cette condition, d'ailleurs évidente à priori, exprime que, *pour que le décollage soit possible, il faut que l'excédent de puissance de l'avion, au régime de décollage, soit positif.* Cette condition, nécessaire, n'est d'ailleurs pas suffisante. Nous avons déjà vu que la possibilité du décollage implique, en outre, la condition (2) relative au démarrage et nous trouverons plus loin une nouvelle condition relative à la nature du terrain.

D'une façon précise, l'incidence i_2 de montée optima, envisagée plus haut et à adopter pour le décollage, est celle pour laquelle *l'excédent relatif de puissance E est maximum.*

Lorsqu'on fait abstraction des variations de la puissance du moteur et du rendement des hélices avec le régime de fonctionnement de ces organes, l'incidence i_2 est celle pour laquelle le coefficient : $\xi = \sqrt{tg\varphi}|\sqrt{c_z} = c_x\,|\,(c_z)^{3/2}$, dit *coefficient d'économie de puissance* de l'avion, est minimum. Dans le cas, fréquemment réalisé en pratique, où l'arc de polaire compris entre l'incidence i_2 et l'incidence i_m correspondant à la résistance relative $tg\varphi_m$ minima, est assimilable à un arc d'une parabole dont l'axe coïncide avec l'axe des c_x, la portance c pour l'incidence i_2 est sensiblement égale à $\sqrt{3}$ fois la portance c_{zm} correspondant à l'incidence i_m.

Pratiquement, comme W et η varient avec l'incidence de vol, l'angle réel i_2 d'excédent relatif de puissance maximum est beaucoup plus rapproché de l'angle i_m que l'angle théorique précédent. Aussi doit-on prendre pour c_{z_2} et $tg\varphi_2$ des valeurs *un peu supérieures, seulement,* à celles c_{z_m} et $tg\varphi_m$ qui correspondent à l'angle i_m.

La charge limite que, *théoriquement,* un avion peut emporter est celle pour laquelle l'excédent relatif de puissance au régime de décollage est nul. Cette charge maxima P_M peut se calculer par la formule :

$$(8) \qquad P_M = \left(18{,}75.\ \eta\ \frac{W\sqrt{Sc_{z_2}}}{tg\ \varphi_2}\right)^{2/3}$$

Pratiquement, pour que le décollage puisse se faire franchement et avec une sécurité suffisante, il est *non seulement prudent, mais nécessaire,* que la charge au départ reste assez nettement inférieure à la limite P_M indiquée par la formule précédente.

L'excédent de puissance au départ ainsi réservé à l'avion est utile à plusieurs points de vue.

En premier lieu, il permet de s'élever franchement au-dessus des accidents du sol au moment du décollage et, en particulier, de franchir aisément les obstacles qui bordent, en général, les terrains d'aviation. Il laisse, en même temps, une certaine marge de sécurité en cas de défaillance momentanée et peu accentuée des moteurs au moment de l'envol.

En second lieu, il permet de n'utiliser au début du raid qu'une fraction de la puissance totale des moteurs. En diminuant leur fatigue, il accroît ainsi la sécurité de leur fonctionnement.

Enfin, il permet au pilote de prendre de l'altitude assez rapidement dès le début du raid, ce qui est indispensable lorsque l'itinéraire projeté survole une région montagneuse peu éloignée du point de départ.

Dans le cas particulier des hydravions et des raids au-dessus des océans, le plafond initial laissé à l'appareil peut être plus faible. Aussi conçoit-on que l'excédent de puissance au départ puisse être assez réduit en pareil cas. L'expérience a montré cependant que, même dans ce cas et pour des appareils de qualité moyenne, on ne peut guère abaisser cet excédent au-dessous de 15 à 20 o/o. C'est ainsi que l'hydravion américain P.N. 9, qui tenta en 1925 le raid San-Francisco-Honolulu sans escale (1) et qui ne disposait à pleine charge que d'un excédent de puissance de 13 o/o environ, ne put prendre son esser qu'après avoir navigué pendant une heure et s'être ainsi allégé de 270 kg. environ de combustible consommé. Au moment de l'envol, son excédent réel de puissance devait être de l'ordre de 20 o/o auquel correspondait un plafond théorique de 1.000 m. environ.

Pour les raids effectués en 1926 avec mon avion 19, type « Record », je me suis tenu fort au-dessus de cette limite et l'excédent réel de puissance au moment du départ a toujours été de l'ordre de 60 o/o. Cet excédent de puissance très notable a d'ailleurs permis, dans tous les cas et en dépit de la lourde charge emportée, un décollage aisé et une ascension facile.

Aussi me paraît-il pour le moins prudent de ne pas descendre trop au-dessous de la valeur précédente qui assure une large sécurité et, en tout cas, de compter que le chiffre de 25 à 30 o/o constitue une *limite pratiquement minima* de l'excédent de puissance à accorder aux avions terrestres actuels équipés en vue d'un record de distance et qui n'auraient pas besoin de s'élever beaucoup dès le début de leur vol.

Evaluation du parcours d'essor.

Evaluons maintenant le parcours d'essor L, lequel représente *la distance minima de roulement avant l'envol*, puisque nous supposons que le pilote maintient au sol l'appareil dans des conditions telles que son accélération soit, à chaque instant, maxima.

(1) Cf. L. Bréguet. Quelques réflexions sur l'aviation américaine et son avenir, p. 10 et suiv. (Roche d'Estrez, Paris, 1926).

Pour effectuer ce calcul, il convient de faire dans l'équation (1) du mouvement, une hypothèse raisonnable sur T.

En toute rigueur, T varie au cours du roulement.

En effet, pendant cette phase de l'essor, le nombre de tours de l'hélice augmente, en général, légèrement, tandis que V passe de o à V_2. Cette variation est, d'ailleurs, telle que T *diminue constamment*, depuis la valeur T_0 au démarrage jusqu'à la valeur T_e au moment de l'envol. Le rapport entre T_0 et T_e dépend des hélices et de leur adaptation au moteur. Pour des hélices en prise directe (sur l'arbre du moteur) et bien adaptées au décollage, il varie entre 1,2 et 1,6 environ.

Pour calculer de façon simple le parcours cherché L, regardons T comme constant et égal à sa valeur moyenne :

$$T = n\,T_e, \tag{9}$$

sur le parcours L, n étant un nombre compris, en général, d'après ce qui précède, entre 1,1 et 1,3 environ.

Le calcul de L doit être divisé en deux cas distincts, suivant la valeur de $tg\psi$ par rapport à $tg\varphi_m$.

1° Supposons d'abord $tg\psi < tg\varphi_m$.

Alors, l'incidence i_1 d'accélération maxima est inférieure à i_m et, par suite, inférieure à i_2.

Pour mettre en évidence l'influence de $tg\psi$ *sur la valeur de* i_1, il est commode de relier c_{z_1} et $tg\varphi_1$ à c_{z_m}, $tg\varphi_m$ et $tg\psi$.

Pour cela, on peut faire l'hypothèse, suffisamment exacte pour de bons avions, que l'arc de la polaire compris entre i_1 et i_m est assimilable à un arc d'une parabole ayant pour axe l'axe des Cx et d'équation : $(c_x = a + b\,c_z^2)$.

On trouve facilement, moyennant cette hypothèse, que :

$$(10)\quad \left\{ \begin{array}{l} c_{z_1} = c_{z_m} \dfrac{tg\,\psi}{tg\,\varphi_m} \\ tg\,\psi_1 = \dfrac{tg^2\,\varphi_m + tg^2\,\psi}{2\,tg\,\psi} \end{array} \right.$$

D'autre part, la traction moyenne T peut, d'après (9), (5) et (6), s'écrire :

$$(11)\qquad T = n\,T_e = n\,(1+\varepsilon)\,P\,tg\,\varphi_2.$$

Par suite, l'équation (1) du roulement de l'avion au sol, sous l'incidence i_1 d'accélération maxima, peut s'écrire :

$$(12)\quad \frac{P}{g}\frac{V\,dV}{dt} = P[n(1+\varepsilon)tg\varphi_2 - tg\psi] - c_{z_1}(tg\varphi_1 - tg\psi)\frac{\rho}{2}SV^2.$$

Dans cette équation, on peut remplacer c_{z_1} et

$tg\varphi_1$ par leurs valeurs en fonction de $c_{z_m}, tg\varphi_m$ et $tg\psi$ tirées de (10).

En intégrant de o à V_2, on trouve, par un calcul facile, que le parcours L peut se mettre sous la forme :

$$(13)\quad L = 3.75\,\frac{tg\,\psi_m \cdot \frac{P}{S}}{c_{z_m}(tg^2\psi_m - tg^2\psi)} \times \log\left[\frac{1}{1 - 0{,}5\,\frac{c_{z_m}}{c_{z_2}}\,\frac{tg^2\,\varphi_m - tg^2\,\psi}{tg\,\psi[n(1+\varepsilon)tg\,\varphi_2 - tg\,\psi]}}\right]$$

Dans le cas limite où $tg\psi = tg\varphi_m$, cette relation se réduit à :

$$(14)\quad L = \frac{0{,}815\,\frac{P}{S}}{c_{z_2}[n(1+\varepsilon)tg\,\varphi_2 - tg\,\psi_m]}.$$

2° Supposons maintenant $tg\psi > tg\varphi_m$.

Alors, l'angle i_1 est tel que

$$tg\,\psi > tg\,\varphi_1 > tg\,\varphi_m.$$

L'intégration de (13) est un peu modifiée. En l'effectuant, on trouve que L prend la forme :

$$(15)\quad L = 3{,}75\,\frac{tg\,\varphi_m \cdot \frac{P}{S}}{c_{z_m}(tg^2\psi - tg^2\varphi_m)} \times \log\left[1 + 0{,}5\,\frac{c_{z_m}(tg^2\psi - tg^2\varphi_m)}{c_{z_2}tg\varphi_m[n(1+\varepsilon)tg\varphi_2 - tg\psi]}\right]$$

Montrons que dans ce cas apparaît une condition de possibilité du décollage dans laquelle intervient le coefficient moyen $tg\psi$ de frottement de roulement de l'avion sur le sol.

Influence de la nature du terrain sur le parcours d'essor et le décollage.

D'après la formule (15), L devient infini, c'est-à-dire le *décollage impossible*, lorsque $tg\psi$ atteint la valeur critique :

$$(16)\quad tg\,\psi = n\,(1+\varepsilon)\,tg\,\varphi_2.$$

Aux deux conditions (2) et (7) de possibilité du décollage précédemment indiquées, il faut donc ajouter la nouvelle condition :

$$(17)\quad tg\,\psi < n\,(1+\varepsilon)\,\varphi_2.$$

Les trois conditions (2), (7) et (17), *nécessaires* pour que l'envol soit possible, sont d'ailleurs *suffisantes*.

La condition (17) fait intervenir la nature du terrain. On voit ainsi que celle-ci peut, *théoriquement*, rendre le décollage impossible. Il faut, d'ailleurs, observer que, pour les avions modernes, ceci ne peut se produire que pour une valeur *relativement considérable* du coefficient moyen $tg\psi$ de frottement de roulement sur le sol.

En effet, si l'on considère, par exemple, un avion de qualité moyenne pour lequel on aurait $tg\varphi_2 = 0{,}12$, la limite correspondante de $tg\psi$ définie par la relation (16) (dans laquelle n est, en général, au moins égal à 1,1), serait au moins égale à $1{,}1 \times 0{,}12 = 0{,}132$ si l'avion considéré ne dispose d'aucun excédent de puissance ($\varepsilon = 0$).

Cette limite de $tg\psi$ doit être multipliée par $(1+\varepsilon)$, si l'avion dispose d'un excédent de puissance ε.

Pratiquement, comme de telles valeurs de $tg\psi$ paraissent tout à fait exceptionnelles, on peut dire que, sur un terrain non excessivement mauvais, le décollage d'un avion de qualité moyenne et, *a fortiori*, disposant d'un excédent de puissance normal ($\varepsilon = 25$ à 30 % au moins) ne peut être rendu impossible par la seule influence de la nature du terrain, c'est-à-dire de $tg\psi$. C'est d'ailleurs bien ce que la pratique a montré et c'est pour cette raison que l'on prête peu d'attention à l'entretien de nos terrain d'aviation qui sont, *en général, bien médiocres*.

Mais ceci ne signifie nullement que la qualité du terrain, c'est-à-dire la valeur de $tg\psi$, n'influe pas sur la longueur L que parcourt l'avion avant de décoller. Bien au contraire, la formule (13) (si $tg\psi < tg\varphi_m$) et la formule (15) (si $tg\psi > tg\varphi_m$) font voir que L dépend de $tg\psi$.

Application

Pour illustrer par un exemple numérique les considérations théoriques précédentes, considérons un biplan multimoteur de 120 m_2 de surface portante. Supposons qu'il dispose, *au moment du décollage*, d'une puissance de 1.200 chevaux et que le rendement correspondant de ses hélices soit 0,75, valeur très favorable pour le vol au régime de montée optimum.

Enfin, supposons que, pour ce régime, c_{z_2} et $tg\varphi_2$ soient, respectivement, 0,80 (ou

$$K_{z_2} = \frac{\rho}{2}\,c_{z_2} = 0{,}05)$$

et 0,12, valeurs qui paraissent également très favorables pour un biplan multimoteur dont les moteurs ne seraient pas noyés dans les ailes.

La formule (6) permet de calculer l'excédent relatif ε de puissance dont dispose cet avion suivant la charge qu'on lui impose.

On trouve ainsi que, pour l'avion chargé à 11 tonnes au départ, l'excédent ε est de 19 %. Cet excédent tombe à 4,7 o/o si l'avion est

chargé à 12 tonnes. Enfin, il se réduit, d'après (8), à zéro si l'avion est chargé à 12.400 kg.

La formule (8) permet encore de voir que, pour que l'avion considéré puisse être *tangent* au décollage avec une charge totale de 13 tonnes, au lieu de 12.400 kg., il suffirait que, *toutes autres conditions restant les mêmes* : ..

ou bien le rendement η des hélices soit porté de 0,75 à 0,805 ;

ou bien la puissance W au régime de décollage soit portée de 1.200 à 1.290 CH ;

ou bien la portance c_{z_2} au régime de décollage soit portée de 0,8 à 0,915 (c'est-à-dire K_{z_2} de 0,05 à 0,0572) ;

ou bien, enfin, que la résistance relative $tg\varphi_2$ correspondante soit ramenée de 0,12 à 0,11.

Ces chiffres suffisent à montrer l'extrême difficulté que l'on doit surmonter pour accroître, même très légèrement, la charge d'un avion *presque tangent* sans rendre son essor absolument impossible.

J'ai indiqué plus haut qu'il faut admettre un excédent relatif ε de puissance au départ de 25 à 30 o/o au moins pour que le décollage puisse se faire dans des conditions de sécurité satisfaisantes.

En supposant que l'avion considéré soit destiné à tenter la traversée de l'Atlantique, par exemple, et, par suite, ne soit pas obligé de prendre rapidement de l'altitude, la limite précédente pourrait, à la rigueur, être un peu abaissée, mais il serait, à mon sens, peu prudent de descendre au-dessous de 20 o/o, c'est-à-dire de porter la charge au départ à plus de 11 tonnes environ.

Pour montrer l'influence de la nature du terrain sur le parcours d'essor, appliquons à cet exemple les formules établies plus haut.

Adoptons pour n la valeur $n = 1,2$ et prenons pour c_{zm} et $tg\varphi_m$ des valeurs un peu inférieures, ainsi qu'il a été indiqué plus haut, aux valeurs 0,8 et 0,12 déjà admises pour c_{z_2} et $tg\varphi_2$ soit, par exemple, $c_{z_m} = 0,65$, et $tg\varphi_m = 0,108$.

Le coefficient de frottement de roulement $tg\psi$ dépend beaucoup de la nature du terrain. Sur de très bons terrains et pour des roues montées sur roulements à billes, on pourrait admettre, par exemple, $tg\psi = 0,03$. Sur des terrains irréguliers, tels que la plupart des terrains d'aviation, on peut envisager des valeurs assez élevées de $tg\psi$. Pour fixer les idées, prenons les valeurs successives 0,03, 0,08, 0,13.

En faisant les calculs (formules (13) et (15), puisque $tg\psi \leqslant tg\varphi_m = 0,108$) on trouve les parcours L ci-après :

a) pour l'avion chargé à 11 tonnes et disposant d'un excédent de puissance de 19,2 o/o :

L = 775 m. si $tg\psi = 0.03$
L = 1115 m. si $tg\psi = 0.08$
L = 1830 m. si $tg\psi = 0.13$

b) pour l'avion chargé à 12 tonnes et disposant d'un excédent de puissance de 4,7 o/o :

L = 1020 m. si $tg\psi = 0.03$
L = 1485 m. si $tg\psi = 0.08$
L = 3425 m. si $tg\psi = 0.13$

On voit, par cet exemple, que $tg\psi$ a une influence *très notable* sur le parcours d'essor L. Cette influence est d'autant plus importante, d'ailleurs, que la charge de l'avion est plus voisine de la charge limite P_1 donnée par (8), pour laquelle l'excédent de puissance disponible au moment du décollage se réduit à zéro.

La valeur limite que devrait atteindre, dans l'exemple considéré, $tg\psi$ pour rendre le décollage impossible par le seul fait de la nature du terrain serait, d'après (16), de :

(1,2 × 1,047 × 0,12) ou 0,151 pour l'avion chargé à 11 tonnes ;

(1,2 × 1,047 × 0,12 ou 0,151 pour l'avion chargé à 12 tonnes.

Comme je l'ai déjà indiqué, de telles valeurs paraissent trop élevées pour que l'on soit, en général, exposé à les voir intervenir.

Pour un terrain d'aviation assez bien entretenu, il semble raisonnable d'admettre que $tg\psi$ reste toujours inférieur à une certaine valeur, de l'ordre, par exemple, de 0.08 à 0.10.

En se plaçant à ce point de vue et en admettant cette limitation de $tg\psi$, on voit que, pour l'exemple considéré, l'avion, chargé à 11 tonnes et disposant d'un excès de puissance tout juste suffisant pour la sécurité du décollage, doit prendre son essor sur une distance L inférieure à 1.300 m. environ, quel que soit $tg\psi$ inférieur à 0.10.

Il résulte de là que, sur un terrain moyen ($tg\psi < 0.10$), si un avion équipé en vue d'un record de distance et bien piloté ne décolle pas en moins de 1.500 m. environ, c'est que sa puissance est insuffisante pour permettre son envol avec la sécurité strictement exigible et il faut renoncer à toute tentative avec sa charge. En pareil cas, c'est, en effet, *certainement*, le défaut de puissance de ses moteurs et non la résistance que le terrain, plus ou moins convenable, oppose au roulement qui interdit d'atteindre la vitesse d'envol V_2. *L'avion se traîne* et ne peut s'envoler.

Si le pilote d'un tel avion, prolongeait, au-delà de cette *distance pratiquement maxima d'essor franc*, le roulement de son appareil pour tâcher de décoller, il s'exposerait à une catastrophe, car le décollage de son avion, même s'il était possible sur une distance ainsi aug-

mentée, ne le serait qu'avec une sécurité par trop insuffisante.

Par suite, si l'essor n'a pu être obtenu sur la distance limite indiquée, le pilote doit chercher à tout prix à ralentir son appareil et à s'arrêter.

On voit ainsi que, pour permettre le décollage d'un avion de record dans des conditions suffisamment franches et sûres, on doit choisir normalement, c'est-à-dire sur un terrain moyen ($tg\psi \leqslant 0.10$), une piste de départ de 2.000 m. au moins en réservant 500 m. pour obtenir l'arrêt de l'avion si celui-ci n'a pu décoller en 1.500 m. environ.

Si l'on ne dispose que d'une piste de départ inférieure à la limite précédente il faut, pour que le parcours d'essor soit aussi réduit que possible, que le coefficient $tg\psi$ de roulement sur la piste soit aussi faible que possible. Pour un avion très chargé ou presque *tangent*, la valeur de $tg\psi$ exerce, en effet, une influence *considérable*, ainsi que je l'ai montré plus haut, sur la longueur du parcours d'essor. On peut donc avoir un intérêt très appréciable, pour faciliter le départ d'un appareil de grand raid sans escale, à utiliser une piste très roulante, une piste cimentée par exemple, ou à prendre le départ sur un terrain incliné dont la pente soit opposée au vent au moment du départ.

Tout ce qui précède m'amène, en définitive, à conclure que, pour entreprendre les grands raids sans escale pour lesquels on est fatalement amené à employer des avions très chargés tant au mètre carré de surface alaire que par cheval de puissance motrice, il faut, sous peine de catastrophe dès le départ, *serrer de très près* la solution du problème très délicat qui se pose à propos de l'essor de tels avions.

Louis Bréguet.

TECHNOLOGIE DE LA FÉCULERIE

Lorsqu'on étudie l'histoire des industries agricoles, on est surpris de constater que la féculerie est à peu près la seule industrie n'ayant pas participé au progrès qui s'est manifesté dans toutes les branches de l'activité humaine. La fabrication repose toujours sur les principes établis par Parmentier à la fin du dix-huitième siècle, bien que des améliorations aient été successivement apportées à l'appareillage.

La féculerie produit pourtant une substance indispensable, la fécule, dont les emplois sont nombreux et dont la France importe chaque année 10.000 à 20.000 tonnes, soit 28 à 56 millions de francs au cours actuel. Cette industrie peut, dans les années de récoltes exceptionnelles, traiter les pommes de terre excédant les besoins de l'alimentation, tandis qu'en cas de disette, les variétés industrielles pourront toujours être utilisées pour la cuisine ; la féculerie est donc une sorte de régulateur d'autant plus utile que la pomme de terre ne se garde pas d'une année à l'autre.

A côté de la pomme de terre, la féculerie a, comme matière première, le manioc que l'on récolte en abondance dans plusieurs de nos colonies. L'extraction de l'amidon des graines de céréales n'est pas si éloignée du travail de la féculerie pour qu'on ne puisse envisager une féculerie-amidonnerie capable de travailler toute l'année, grosse usine bien outillée et pouvant rémunérer le personnel technique indispensable à toute industrie moderne. Mais jusqu'ici des raisons commerciales semblent empêcher tout rapprochement entre la féculerie et l'amidonnerie, elle-même subdivisée en amidonnerie de riz, de maïs ou de blé. La féculerie doit donc se contenter de la pomme de terre, produite en France ou importée, et du manioc importé à l'état de cossettes sèches.

Examinons les différentes opérations de la fabrication, le matériel employé, et essayons de nous rendre compte de la valeur technique de ces procédés en recherchant les pertes ; cette dernière partie du programme sera délicate à réaliser, parce qu'aucune féculerie ne contrôle méthodiquement sa fabrication ; il faudra se contenter des résultats d'analyses que j'ai effectuées un peu au hasard dans plusieurs usines et tâcher de les relier entre elles par des évaluations.

PRÉPARATION DES TUBERCULES

Les tubercules sont d'abord lavés dans des appareils continus. On ne pèse pas les pommes de terre propres ; l'industriel se contente du chiffre fourni par ses achats. C'est là une très grande approximation, car les tubercules, au moment de leur arrivée à l'usine, sont souillés de terre ou mélangés de pierres ; d'autre part, pendant la conservation de la pommes de terre, son poids change.

Aucun dosage de fécule n'est effectué ; la teneur de cet élément est pourtant très variable (12 à 24 o/o). Quelques fabricants déterminent la densité des tubercules et en déduisent la richesse en fécule d'après des tables ; cette façon de procéder est très approximative et peut conduire à de grosses erreurs dans le calcul du rendement. On pourrait doser rapidement et exactement la fécule par la méthode Buisson (1).

(1) *Bulletin de l'Association des Chimistes de Sucrerie*, T. 26, 1908, p. 980.

RAPAGE DES TUBERCULES, EXTRACTION DE LA FÉCULE

Le râpage est destiné à déchirer les parois des cellules dans lesquelles sont enfermés les grains de fécule ; la râpure est lavée sur un tamis, l'eau entraînant la matière amylacée en suspension. Mais beaucoup de cellules n'ayant pas été touchées par la râpe, on procède à un second et parfois à un troisième râpage, chacun d'eux étant suivi d'une extraction sur tamis.

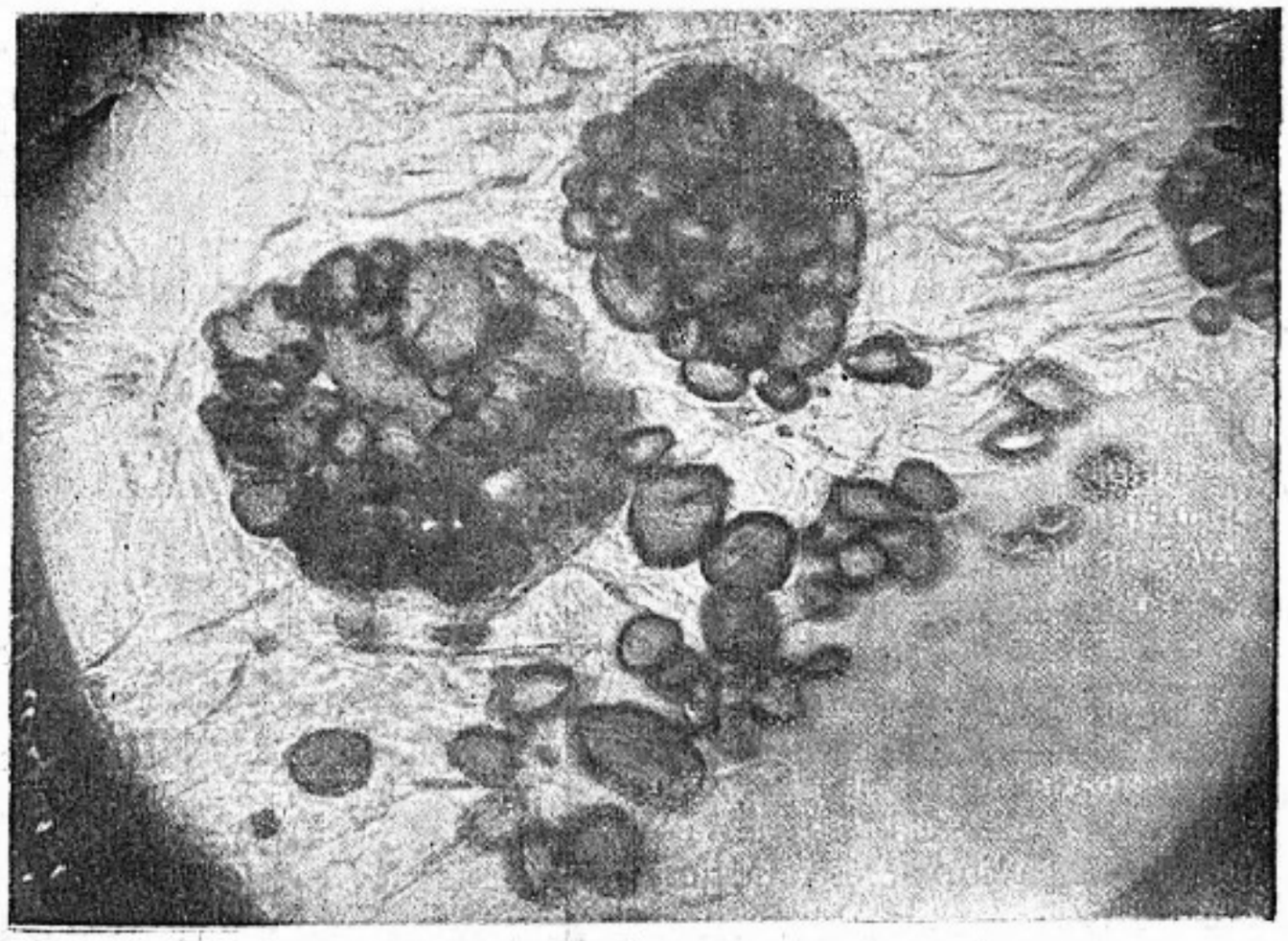


Fig. 136. — Drèche, dite épuisée, grossie 150 fois On voit deux cellules intactes, bourrées de fécule, et de très rares grains isolés.

Les râpes actuelles sont de deux types : les unes, à tambour mobile garni de lames de scie, dérivent du perfectionnement de la râpe inventée en 1817 par Burette, les tubercules sont poussés contre le tambour, soit par un volet muni de contrepoids, soit par un poussoir animé d'un mouvement de va-et-vient. L'autre type de râpe, utilisé surtout pour les derniers râpages, a été construit par Champonnois pour la sucrerie de betteraves avant que cette industrie n'utilisât la diffusion. On a quelquefois employé les meules pour écraser la râpure avant la seconde extraction. Les tamis pour le lavage de la pulpe sont disposés suivant les faces d'un prisme hexagonal, mobile autour de son axe placé horizontalement ; ils sont munis de systèmes d'arrosage intérieurs et extérieurs. On utilise également des tamis fixes hémicylindriques sur lesquels un agitateur frotte la râpure ; les tamis de ce genre, très anciennement construits en France, avaient été abandonnés ; mais plusieurs années avant la guerre, ce modèle a de nouveau été introduit en France par des constructeurs allemands ; avec ces appareils, on peut, en effet, réaliser une extraction méthodique en superposant deux ou trois tamis : la pulpe est remontée des tamis inférieurs aux tamis supérieurs en s'appauvrissant, tandis que l'eau cascade de tamis en tamis, en s'enrichissant en fécule. On obtient ainsi un liquide plus concentré en fécule que ne le serait le mélange des eaux féculentes obtenues dans des opérations distinctes.

La drèche (fig. 136) considérée comme épuisée après ces traitements, est pressurée au moyen d'appareils continus, ce qui l'amène à une humidité de 80 %; souvent on la dessèche ensuite par la chaleur pour obtenir une humidité de 11 o/o. Elle servira à la nourriture des animaux ou, après mouture, comme fleurage en boulangerie. Dans l'Est, la drèche humide est mise dans des fosses et, après putréfaction, on en retire une nouvelle quantité de fécule impossible à purifier de façon complète.

La drèche renferme, en effet, beaucoup de fécule : 58 à 62 centièmes de la matière sèche ; ce chiffre paraît énorme, mais il faut observer que le poids de cette drèche est très faible par rapport à celui de la pomme de terre employée. A défaut de chiffres précis, on peut évaluer la fécule restant dans la drèche à 7 ou 10 o/o de celle apportée par les tubercules mis en œuvre. La fécule, ainsi abandonnée comme résidu, est identique à celle qui a été extraite ; elle se trouve incluse dans des cellules intactes que les râpes n'ont pas ouvertes ; les grains isolés sont une exception ; il en résulte que le

travail des tamis est bien effectué, mais que celui des râpes est défectueux (1).

RÉCOLTE ET PURIFICATION DE LA FÉCULE

L'eau féculente s'écoulant des tamis d'extraction est passée sur un nouveau tamis plus fin qui retient des pulpes folles. On se sert à cet effet de tamis rotatifs hexagonaux, ou de tamis plans animés de secousses dans le plan horizontal.

L'eau féculente contient encore des impuretés soit en solution soit en suspension. On va alors faire déposer la fécule au sein de ce liquide : plus lourds que les impuretés insolubles, les grains amylacés se déposeront les premiers ; l'eau sera décantée, entraînant les substances solubles et les particules les plus légères. La fécule formera une couche épaisse, sous laquelle on trouve un peu de sable ; cette couche est imbibée par le liquide impur ; aussi, délaie-t-on dans de l'eau pure cette « fécule brute » fortement colorée et recommence-t-on une nouvelle décantation pour la « blanchir ». A la surface du dépôt, on élimine une couche noire appelée « gras », constituée par des débris cellulosiques, des matières azotées, des substances mucilagineuses et des grains de fécule de très petites dimensions.

Les décantations se font dans de grandes cuves, ou d'une façon semi-continue, sur des « plans ». Ce dernier appareil consiste en un bassin très allongé dans lequel on fait circuler lentement l'eau féculente ; la fécule se dépose tandis qu'à l'extrémité s'écoule l'eau résiduaire. Le plan peut être remplacé par des tables très courtes sur lesquelles l'eau glisse sous une faible épaisseur. Hignette, en 1894, a proposé l'emploi de la force centrifuge pour opérer la séparation de la fécule des eaux résiduaires ; les féculeries de Châlon-sur-Saône et de Pagny-la-Ville ont adopté dans ce but des turbines à paroi pleine comme le bol d'une écrémeuse ; depuis, un constructeur allemand a lancé une essoreuse continue qui a fonctionné pendant quelques années dans cinq féculeries françaises (1) ; récemment, Le Clézio a breveté une turbine qui rappelle celles de Châlon-sur-Saône.

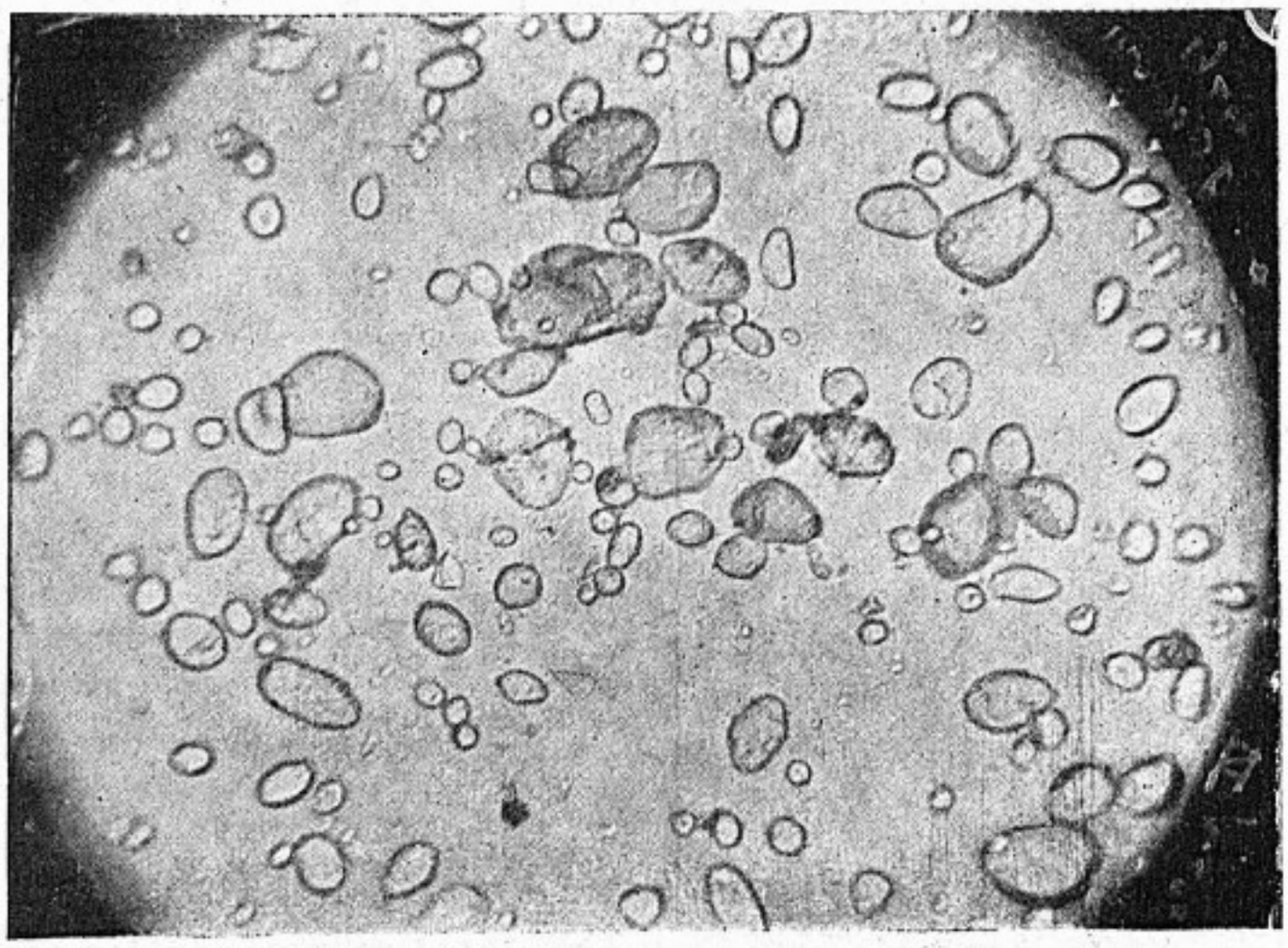


Fig. 137 — Mousse de féculerie grossie 150 fois. Elle contient des grains de toutes dimensions ; la photographie a été prises sans que les grains fussent colorés par l'iode.

L'analyse des eaux résiduaires, sortant des plans de premier ou de second dépôt, a décelé des quantités de fécule variant de 0 gr. 32 à 2 gr. 43 par litre, suivant les usines ; d'après la quantité d'eau généralement employée en féculerie, ces chiffres correspondraient approximativement à des pertes variant de 2 à 16 centièmes de la fécule contenue dans la pomme de terre. L'irrégularité de ces pertes m'a incité à étudier méthodiquement le fonctionnement des plans de féculerie (2). La décantation d'une

(1) *Annales de l'Institut National Agronomique*, T. XVII, 1923, p. 72.

(1) *Bull. Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, T. CXXI, 1914, p. 97.

(2) *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences* T. CLXXIV, 1927, p. 464 et *Bulletin de l'Association des chimistes de Sucreries*, t. XLIV, 1927, p. 140.

eau féculente ne s'effectue pas suivant les formules mathématiques établies pour la chute de l'eau d'un grain isolé : la vitesse, très grande au début, diminue brusquement pour se stabiliser à une valeur limite très faible ; si la grosseur des grains n'intervient pas dans la première partie du mouvement, elle a ensuite une influence prépondérante. Le régime d'un plan dépend de sa longueur, de l'épaisseur et de la vitesse horizontale de la couche liquide glissant sur le plan, ainsi que de la concentration en fécule de l'eau d'alimentation. Si l'on modifie un seul de ces facteurs sans rien changer aux autres conditions, on risque d'augmenter les pertes dans des proportions énormes.

LES MOUSSES DE FÉCULERIE,

Au cours des transvasements des eaux féculentes, surtout lorsqu'elles sont impures, il se produit des mousses abondantes, qui, une fois séchées, se réduisent en une poudre grisâtre ayant la même composition chimique et le même aspect microscopique que les matières en suspension dans l'eau féculente (fig. 137). Il est impossible de chiffre actuellement l'importance de cette perte (1).

ESSORAGE ET DESSICCATION DE LA FÉCULE

La fécule, blanchie après deux décantations, est privée d'une grande partie de l'eau qui l'imprègne, soit par succion au moyen d'une pompe à vide, soit par essorage centrifuge dans des turbines à paniers garnis de toile métallique ; dans un cas comme dans l'autre, un tissu de coton retient la fécule. Cette toile peut néanmoins se laisser traverser, puisque j'ai trouvé, dans l'eau s'écoulant des turbines, 1 gramme de fécule par litre. Lorsqu'on arrête la turbine, on retire, à la surface de la couche de fécule, une pellicule noire qu'on gratte ; ce déchet renferme 77 o/o de fécule.

Pour être mise sous sa forme commerciale, la fécule est desséchée dans des étuves à air chaud,

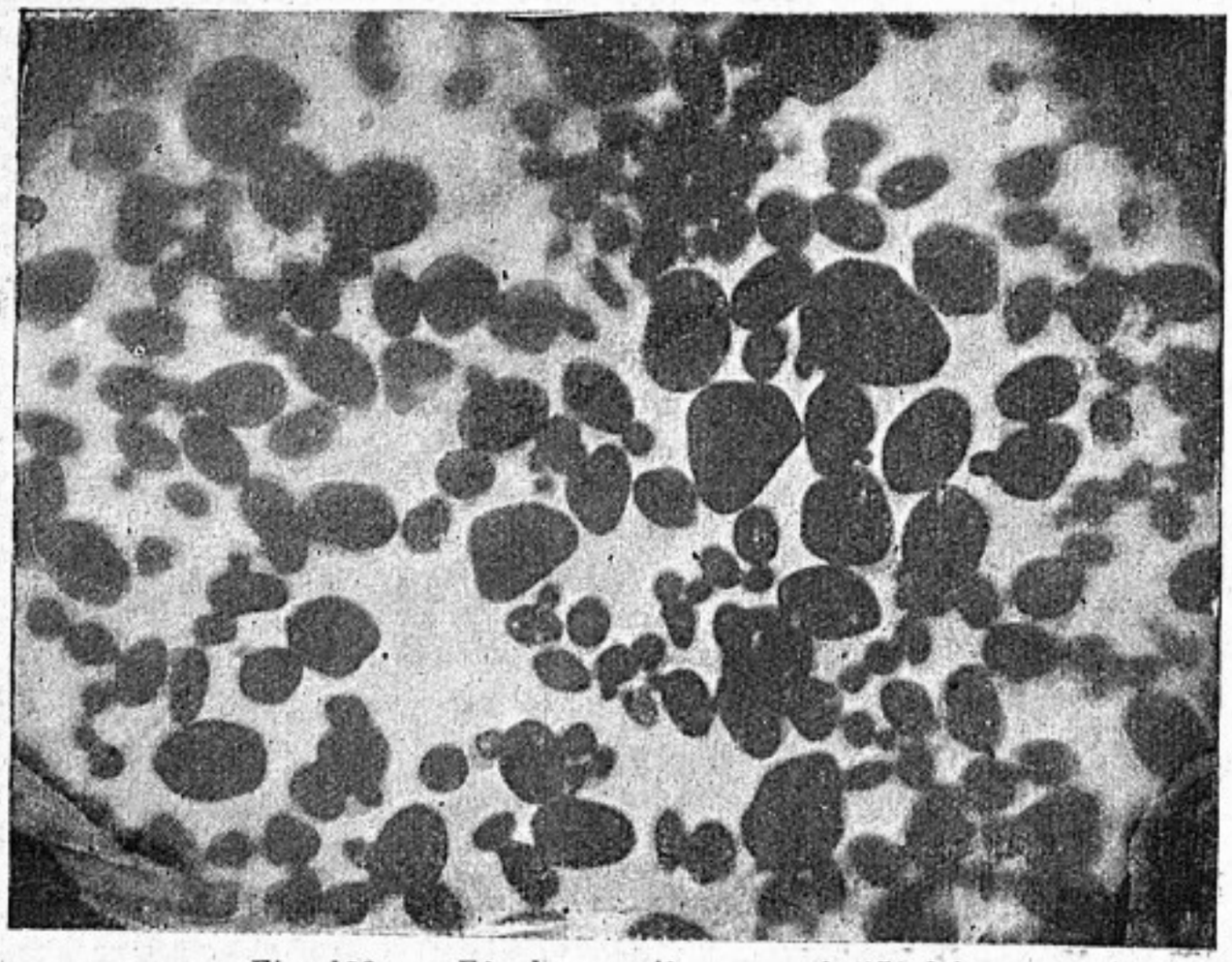


Fig. 138. — Fécule première, grossie 150 fois.

disposées de telle façon que la température soit d'autant plus élevée que la fécule est plus sèche, ceci dans le but d'éviter la formation d'empois ou tapioca. La fécule ainsi séchée a une humidité de 20 o/o ; si on la desséchait à une moindre teneur hydrique, elle absorberait la vapeur d'eau de l'air pour rétablir l'humidité de 20 o/o.

RENDEMENT DE LA FÉCULERIE

Par suite d'une coïncidence, le rendement en fécule commerciale est sensiblement égal à la teneur en fécule anhydre que l'analyse chimique indique pour la pomme de terre employée. Si l'on tient compte de l'humidité de la fécule commerciale, on constate que la féculerie vend, sous forme de « fécule première » (fig. 138), environ 80 % de la fécule entrée à l'usine.

Sous la dénomination de « fécules secondes », on obtient en outre des produits de qualité et de prix inférieurs, récupérés dans les eaux résiduaires (fig. 139).

(1) *Bulletin de l'Association des Chimistes de Sucrerie*, T. XLII, 1924, p. 111.

AMÉLIORATIONS A RÉALISER

Dans l'état actuel de la science, on ne peut prévoir aucune modification du principe d'extraction de la fécule, substance insoluble emprisonnée dans des parois cellulosiques également insolubles ; les actions physiques, chimiques et biologiques que nous connaissons, décomposent l'amidon avant la cellulose.

Les efforts doivent tendre à diminuer les pertes ; on arrivera à ce résultat au moyen d'opérations supplémentaires qui représentent une dépense nouvelle à rembourser, et au-delà, par le bénéfice résultant de la diminution de pertes. Avant d'étudier toute amélioration qui lui serait proposée, le fabricant doit donc connaître la nature et l'importance des pertes subies avec sa technique habituelle.

C'est le contrôle scientifique de la fabrication qui le renseignera. Par contrôle, il faut entendre, non pas quelques analyses faites au hasard, mais une étude suivie, méthodique, comportant d'abord la mesure des volumes ou des poids des matières en circulation dans l'usine, puis l'analyse d'échantillons moyens.

Les petites féculeries qui existent actuellement en France ne peuvent se permettre d'avoir chacune un chimiste ; mais elles devraient s'inspirer de ce que les distillateurs de betteraves ont réalisé depuis plusieurs années en créant un laboratoire central pour analyser les échantillons envoyés régulièrement des usines. Les fabricants de sucre ont aussi un laboratoire central, surtout destiné aux recherches ; le syndicat de la boulangerie possède également son laboratoire avec fournil d'essai.

Quoi qu'il advienne de cette suggestion, on peut dire que les principales améliorations dont il faut chercher la réalisation, sont les suivantes : travailler des pommes de terre riches en fécule et renfermant des grains de grand diamètre ; meilleur râpage de la pomme de terre ; fonctionnement plus régulier des appareils de décantation (plans ou autres) ; diminution des « gras » par l'emploi de produits chimiques empêchant leur coagulation ; récupération rapide de la fécule des eaux résiduaires avant toute fermentation ; diminution des mousses.

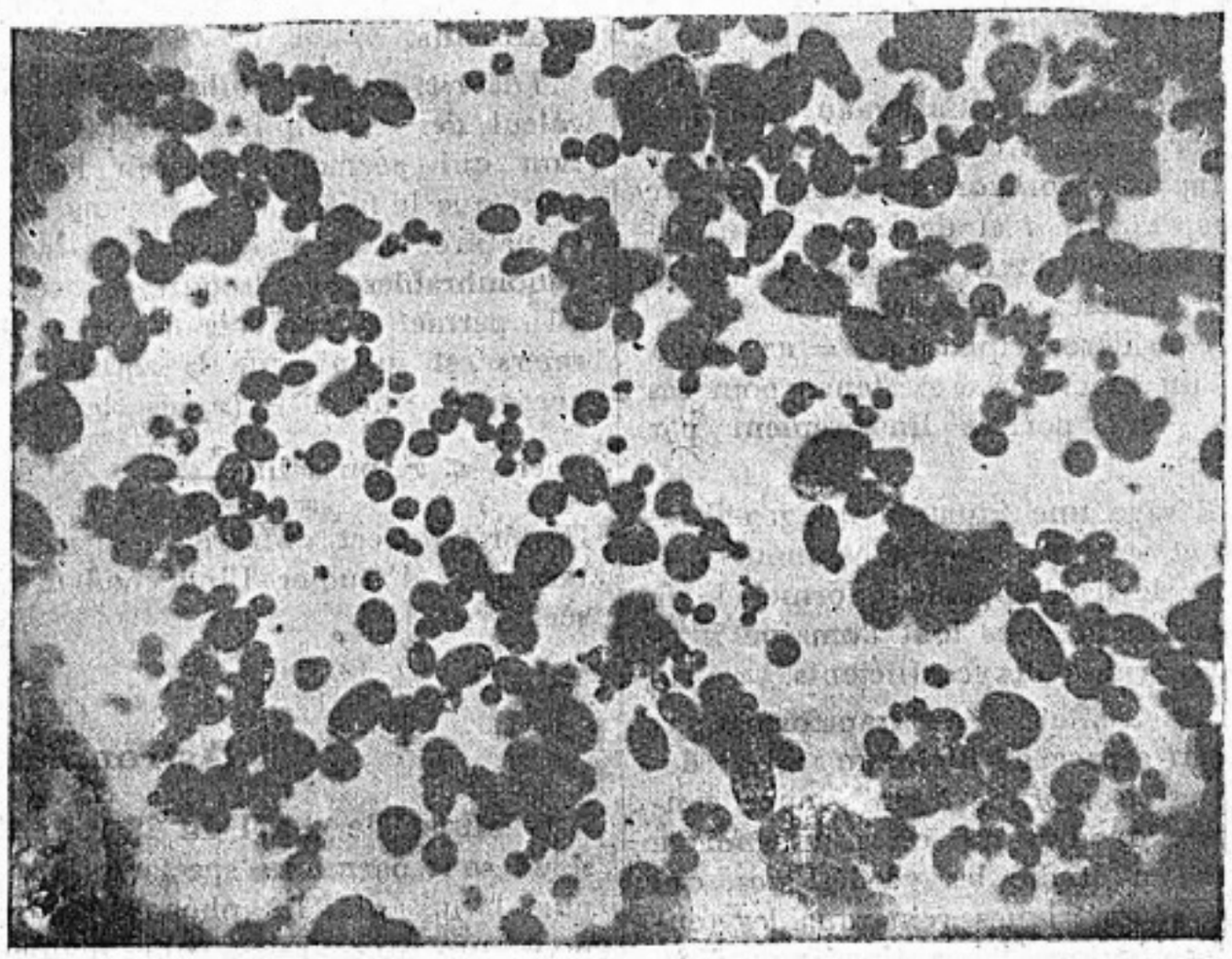


Fig. 139. — Fécule seconde, grossie 150 fois. Se distingue, au microscope, de la fécul première par un nombre plus élevé de petits grains.

P. NOTTIN,
Chef de travaux
à l'Institut National Agronomique.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Avril 1927). — *Théorie des fonctions.* M. *A. Kovanko* rappelle que le théorème qu'il a énoncé dans sa dernière Note peut être établi sans passer par le lemme qu'il avait formulé. Ce théorème autorise l'interversion des signes $\int$ et lim dans le cas où $\lim_{n=\infty} (D) \int_E f_n(x)dx$ possède les propriétés caractéristiques de l'intégrale (D).

Analyse 1. Utilisant des résultats de Carleman, Schwarz, Landsberg, M. *S. A. Gheorgiu* montre que pour tout noyau G de Fredholm, obtenu par la composition d'un nombre fini de noyaux continus, l'ordre réel de la fonction entière figurant au dénominateur de G est égal à l'ordre apparent, et il en déduit diverses conséquences.

2. M. *D. V. Jonesco* considère l'équation $s = az + bp + cq + f$ et démontre un théorème d'existence pour ses intégrales, les données étant portées linéairement par deux droites concourantes.

3. M. *Léon Pomey* envisage une équation intégro-différentielle d'ordre infini et montre que, moyennant certaines hypothèses simples, le développement formel de la solution converge uniformément dans tout domaine intérieur au domaine d'holomorphie des coefficients.

Géométrie. L'espace représentatif des transformations d'un groupe simple est un espace de Riemann, à ds^2 défini positif si le groupe est isomorphe à un groupe continu linéaire d'une forme quadratique ou d'une forme d'Hermite. M. *E. Cartan* en étudie les géodésiques, qui possèdent des propriétés géométriques remarquables (ensembles de géodésiques formées, variétés antipodiques d'un point, ...). Les systèmes matériels représentables sur ces espaces jouissent également de propriétés mécaniques importantes.

Mécanique. 1. Au sujet d'une Note récente de M. Sugot, M. *de Sparre* observe qu'en 1903 il avait étudié le mouvement gyroscopique des projectiles en tenant compte de l'abaissement initial de la tangente à la trajectoire; comme il le montre, cet abaissement peut avoir au cours du mouvement un rôle prépondérant.

2. M. *Haroutune Anjour* présente diverses remarques au sujet de l'introduction des impulsions des moments des forces dans les équations du mouvement d'un solide.

Hydrodynamique. M. *André Charrueau* étudie les formes sphéroïdales d'équilibre d'une masse fluide en rotation, soumise aux attractions newtoniennes entre ses éléments, à la tension superficielle et à une pression extérieure uniforme. Il montre par deux méthodes distinctes que si l'on néglige les quatrièmes puissances de la rotation, la figure d'équilibre est fournie par un maclaurin.

Aérodynamique. Dans une Note antérieure M. *E. Carafoli* avait étudié le potentiel des vitesses autour d'un rotor à palette; l'Auteur précise la valeur de la résultante aérodynamique moyenne lorsque la palette tourne autour de son axe et lorsqu'elle est perpendiculaire à la droite centre de rotation — centre de la palette.

Elasticité. Précédemment M. Jouget a étudié les modifications infiniment petites d'un solide dans le cas de Poincaré, (suivant son expression). M. *Ch. Platrier* montre qu'on peut retrouver les résultats de M. Jouguet, à l'aide des méthodes classiques de la Mécanique, et sans faire intervenir l'Énergétique; il indique également comment on peut faire concorder les résultats de M. Jouguet et ceux de Duhem.

Géodésie. M. *Marcel Brillouin* développe une théorie des marées statiques qui fait état des continents. Ses formules contiennent des développements en séries de fonctions harmoniques, et des intégrales portant sur les océans et les continents.

Théorie des probabilités. M. *Ehrard Tornier* envisage le calcul des probabilités comme une méthode d'investigation qui permet d'éclaircir les problèmes de l'Analyse ainsi que le fait la physique mathématique pour l'étude de la nature. A ce point de vue la théorie des probabilités dénombrables peut rendre des services en arithmétique : elle permet de prévoir que l'ensemble des nombres premiers est infini, que la somme de leur inverses est divergente, que si $\pi(x)$ est le nombre des nombres premiers $\leqslant x$, on a $\lim_{x=\infty} \frac{\pi(x)}{x} = 0$... M. *Emile Borel* signale l'intérêt de cet ordre de recherches; il y aurait lieu notamment d'étudier l'indépendance des probabilités utilisées.

René Garnier.

Astronomie

L'éclipse de soleil du 29 juin 1927. — Les éclipses de soleil sont parmi les spectacles les plus intéressants et les plus beaux que les phénomènes astronomiques puissent nous procurer. Elles sont malheureusement fort rares dans un lieu donné de la terre, et ceux qui par profession ou par curiosité veulent les observer sont obligés d'entreprendre de véritables périples autour du monde. Quand on considère *toute* la Terre, les éclipses totales de soleil sont assez fréquentes; il y en a plus de 200 par siècle; mais dans chacune le soleil n'est entièrement caché que pour une zone terrestre fort étroite, de sorte qu'un pays d'étendue moyenne ne voit que deux ou trois éclipses totales par siècle. La durée du phénomène est très courte; elle peut atteindre près de huit minutes dans les régions équatoriales, mais sous nos latitudes, elle ne dépasse pas 6 minutes et, le plus souvent, elle reste inférieure à 3 minutes.

La dernière éclipse visible en France a été celle du 17 avril 1912. Le diamètre apparent de la lune était extrêmement voisin de celui du soleil, si bien qu'en certains endroits l'éclipse était annulaire et qu'en d'autres, elle a pu paraître centrale.

L'éclipse du 29 juin ne sera visible en France que comme éclipse partielle, à la vérité une éclipse partielle fort importante. A Paris, les 9 dixièmes de la surface du soleil seront masqués par la lune. C'est en Angleterre et en Scandinavie que les curieux devront se rendre pour observer la totalité. Nos voisins seront plus favorisés que nous ne l'avons été en 1912. L'éclipse sera réellement totale, mais très courte.

La ligne centrale traverse l'Angleterre et la Scandinavie. Elle pénètre en Angleterre par le Nord-Ouest du Pays de Galles et coupe le Yorskire entre Southport et Hartlepool.

Elle entre en Scandinavie à Stavanger et en sort à Vardö; enfin, elle sort du continent en traversant Novaja Semlja (Nouvelle-Zemble). La durée est d'une trentaine de secondes en Angleterre; elle atteint 40 secondes au Nord de la Suède et 50 secondes en Nouvelle-Zélande. Elle sera malheureusement observable dans d'assez mauvaises conditions : elle se produit tout au matin, entre 5 et 6 heures, suivant les localités; le soleil sera assez bas sur l'horizon.

Malgré son peu de durée, les observations auxquelles elles donnera lieu sont nombreuses. Tous les Observatoires du Nord de l'Europe préparent des expéditions. Les astronomes français qui depuis la guerre n'ont pu participer à aucune observation d'éclipse, resteront cette fois encore dans leurs propres observatoires et se contenteront de tirer tout le parti possible de l'éclipse partielle. Les conditions peu favorables de l'éclipse justifieraient peu les dépenses importantes d'expéditions. Mais, ils espèrent qu'il leur sera donné d'aller observer l'éclipse du 9 mai 1929, dont la ligne centrale traverse l'île de Sumatra, la presqu'île de Malacca et le Sud du Cambodge et qui sera parmi les plus longues.

Il importerait pour l'honneur de la France et assurément aussi pour le développement de la Science qu'ils puissent reprendre leur place auprès des astronomes des autres nations. J. B.

Radiotéléphonie

Principe de la téléphonie sans fil. — Dans une étude récente (*Bulletin de la Société d'Encouragement à l'Industrie Nationale*, juillet-août-septembre 1926), le Commandant Julien a fort clairement exposé les principes sur lesquels repose la téléphonie sans fil.

1. Le principe de la radiotéléphonie consiste à moduler, suivant le rythme de vibrations sonores, des ondes entretenues de haute fréquence produites par l'émetteur.

On utilise pour cela un microphone qui, par ses variations de résistance électrique sous l'influence de l'onde sonore, agit sur l'amplitude des oscillations de haute fréquence produites par l'émetteur.

A la réception, après détection et sans emploi d'hétérodyne, le courant moyen dans le téléphone suit les variations d'intensité des ondes électriques reçues et, par l'intermédiaire de la membrane vibrante, reproduit le son de l'émission. Pratiquement, la difficulté consiste à satisfaire aux conditions nécessaires pour que les sons rendus par le téléphone à la réception reproduisent avec fidélité les sons qui, par l'intermédiaire du microphone, ont modulé les ondes de l'émission.

2. Les sons produits soit par la musique, soit par la parole, peuvent être considérés comme la superposition de sons simples : un son fondamental de fréquence f et une série d'harmoniques de fréquences $2f$, $3f$, ..., nf, parfois plus importants que le son fondamental.

Si l'on considère l'onde d'émission de haute fréquence F modulée par le son de fréquence f, on montre qu'elle résulte de la superposition de l'onde primitive de fréquence F, dite *onde porteuse*, et de deux ondes latérales de fréquence $F+f$ et $F-f$.

Chacun des harmoniques du son complexe donnant naissance à deux ondes latérales de fréquence $F+pf$ et $F-pf$ (p étant le rang de l'harmonique considéré), on voit que l'onde modulée totale comprend, outre l'onde porteuse de fréquence F, deux séries d'ondes latérales dont les fréquences s'étendent, pour la série supérieure, de $F+f$ à $F+nf$ et, pour la série inférieure, de $F-f$ à $F-nf$.

Pour obtenir à la réception la reproduction exacte des sons complexes émis devant le microphone, il faut que les amplitudes relatives des différents harmoniques soient fidèlement conservées, d'une part dans les ondes modulées de l'émission (c'est le fait des appareils d'émission) et d'autre part dans le courant détecté de réception qui agit sur le téléphone (c'est le fait des appareils de réception).

a) Les microphones, les amplificateurs, les transformateurs et les écouteurs téléphoniques, et particulièrement les récepteurs haut-parleurs, favorisent, en général, certains harmoniques ou même introduisent des sons parasites.

b) La détection, non seulement reconstitue par interférence entre l'onde porteuse et les différentes ondes latérales, les sons élémentaires de la voix, mais encore fait apparaître, par interférence entre elles des deux séries d'ondes latérales ($F+pf$ d'une part, et $F+qf$ d'autre part), toute une série d'harmoniques parasites, en particulier les harmoniques doubles de ces sons élémentaires.

Par exemple, si le son émis se décompose en une série de 13 harmoniques (y compris le son fondamental), le son reçu comprendra, en outre, les 13 harmoniques suivants, c'est-à-dire qu'il s'étendra jusqu'au 26e harmonique.

L'amplitude de ces harmoniques parasites est d'autant plus grande que les ondes reçues sont modulées plus profondément. Aussi convient-il de ne pas moduler les oscillations de l'émission jusqu'à ce que leur intensité puisse devenir nulle pour certains sons. En particulier, pour la radiodiffusion, où la pureté de l'émission a une importance essentielle, la modulation doit être peu profonde (1/3 ou 1/2 au maximum).

c) L'accord de l'antenne ou du cadre de réception sur la fréquence porteuse F a pour effet de favoriser l'onde porteuse de fréquence F, tandis que les ondes latérales (de $F+f$ à $F+nf$) sont affaiblies d'autant plus qu'elles s'éloignent davantage de F, c'est-à-dire que les harmoniques de modulation correspondante sont de rang plus élevé. Cet effet est d'autant plus sensible que l'accord du récepteur sur l'onde porteuse est plus aigu, c'est-à-dire que la réception est plus syntonisée.

3. Cette dernière cause de déformation intervient surtout dans les ondes longues pour lesquelles les fréquences des harmoniques les plus élevés de la parole et de la musique cessent d'être très petites vis-à-vis de la fréquence porteuse de l'émission.

Pour reproduire la parole d'une manière intelligible, on admet qu'il faut transmettre, avec leurs rapports d'amplitude, toutes les vibrations comprises entre 100 et 2.000 périodes. Mais pour conserver le timbre, il faut aller bien au-delà.

Pour la musique instrumentale, les fréquences des harmoniques, dont la reproduction intégrale est nécessaire pour la conservation des timbres, s'étendent de 15 périodes jusqu'au-delà de 20.000 périodes.

Donc, dans le cas de la parole, la bande de fréquences pratiquement utiles s'étend sur 4.000 périodes, comprises entre F—2.000 et F+2.000, F étant la fréquence de l'onde porteuse.

Pour une longueur d'onde de 100 m., soit $F=3\times10^6$, le rapport $\frac{2.000}{F}=\frac{1}{1.500}$ est très petit, et la bande d'ondes à recevoir comprise entre 99,925 m. et 100,065 m., est aussi relativement très petite (13 cm. pour 100 m.).

Le rapport $\frac{2000}{F}$ et la largeur de la bande d'ondes utile croissent très rapidement avec la longueur d'onde. Pour

une longueur d'onde de 15000 m. (poste de Lyon), la longueur utile s'étend de 13.636 m. à 16.660 m.

Donc, d'une manière générale et surtout pour les grandes ondes, il convient de ne pas employer de dispositifs de réception trop syntonisés, sinon les harmoniques de modulation de rang élevé sont étouffés ou très affaiblis et la parole et la musique sont très gravement déformées.

Cette condition exclut la possibilité de mettre en œuvre, pour la réception radiotéléphonique, les systèmes antiparasites normalement employés pour le trafic radiotélégraphique et qui sont fondés sur l'emploi de résonances aiguës.

En outre, dans le cas des ondes longues, étant donné l'étendue des bandes d'ondes balayées par l'émission, il est impossible d'éviter les brouillages entre émissions de longueurs d'onde même assez éloignées. En particulier, la téléphonie sans fil par ondes longues gênerait considérablement la réception des émissions radiotélégraphiques. Aussi, dans la plupart des applications et en particulier, dans la radiodiffusion, les ondes moyennes et les ondes courtes (au-dessous de 3,000 m.) sont-elles exclusivement employées. **A. Bc.**

Spectrographie

L'usage de réseaux de verre dans les spectrographes à vide. — Lorsqu'on avance dans l'ultra-violet vers les plus courtes longueurs d'onde, il arrive un moment où les radiations, devenant de moins en moins pénétrantes, sont absorbées par l'air. Il est alors nécessaire de recourir à des dispositifs spéciaux, qui permettent aux rayons lumineux de se propager, soit dans le vide, soit dans des milieux non absorbables, jusqu'à la plaque photographique.

Au-dessous de 1850 Å, la fluorine, seule substance solide encore transparente à la radiation, reste seule utilisable pour les prismes et pour les lentilles. Au-dessous de 1230 Å, ce minéral devenant lui-même opaque, le physicien est contraint de renoncer à l'usage des prismes.

On substitue aux prismes des réseaux concaves, dont le réglage s'exécute de manière à ce que les spectres du premier ordre aient le plus d'éclat possible.

En moyenne, les réseaux réglés à la manière ordinaire fournissent des spectres s'étendant jusqu'à 600 Å ou 800 Å. Avec des réglages particulièrement soignés, il arrive même qu'on puisse descendre jusque vers 300 Å.

Lorsque la source est un tube à décharge, les réseaux, s'ils sont métalliques, sont menacés de corrosion plus ou moins rapide. Afin d'obvier à cette difficulté, Th. Lyman a conçu d'abord un dispositif où les vapeurs se trouvent aspirées immédiatement en arrière de la fente. Puis R. W. Wood et Th. Lyman ont accompli un nouveau progrès en substituant le verre au métal (1). On sait, en effet, qu'avec des longueurs d'onde de plus en plus courtes, les coefficients de réflexion des métaux décroissent, tandis que ceux des substances transparentes croissent : les uns et les autres se rencontrent pratiquement au voisinage de la longueur d'onde 2.000 Å. De ce fait, R. Wood et Th. Lyman ont présumé avec juste raison que, pour les très courtes longueurs d'onde, le pouvoir réflecteur du verre serait supérieur à celui des métaux.

Les réseaux de verre doivent être réglés avec une pression très légère du diamant. Le travail s'achève selon la méthode suivante, préconisée par Wood, il y a une vingtaine d'années.

Le réglage préalable du miroir concave à la machine donne un réseau qui pratiquement ne fournit aucun spectre, et au soleil ne laisse apercevoir que la région réglée, traversée par des fentes profondes extrêmement étroites. Ces fentes sont ultérieurement élargies par une attaque à l'acide fluorhydrique. Avec la surface ondulante finalement obtenue, on obtient des spectres brillants.

Il importe de conduire avec soin l'attaque de l'acide, dont l'excès entraînerait une diminution d'éclat des spectres. On parvient à l'éclat maximum par des immersions ménagées dans l'acide fluorhydrique, d'abord partielles, puis totales.

A Harvard (Etats-Unis), dans un spectrographe à vide, on a comparé à un réseau métallique ordinaire un réseau de verre, de 1 m. de rayon et dont la partie réglée, mesurant 5.8 cm. contient 15.000 traits au pouce. L'examen a porté sur les longueurs d'onde inférieures à 1900 Å. Pour la partie supérieure de cet intervalle, on a employé un tube à décharge à hydrogène, tandis qu'au-dessous de 1300 Å, on a utilisé une étincelle entre pôles de cuivre ou de tungstène.

Entre 1900 Å et 1300 Å, les auteurs n'ont pu décider définitivement de l'efficacité relative des deux réseaux, car la comparaison portait sur des plaques photographiques différentes et impressionnées à plus d'une année de distance. Par contre, au-dessous de 1300 Å, où tous les spectrogrammes étaient obtenus dans les meilleures conditions et à peu de jours d'intervalle, la comparaison, très aisée, a été nettement à l'avantage du réseau de verre : son spectre était de beaucoup le plus brillant, supériorité particulièrement marquée dans la région des très courtes longueurs d'onde, entre 300 Å et 200 Å.

Les auteurs mentionnent encore que, dans le cas des réseaux de verre, il suffit de tenir le réseau à la lumière solaire et de le faire converger sur un écran blanc, pour apercevoir la prédominance de l'intensité de la région violette sur celle de la région rouge.

S. V.

Chimie

Les applications de la chimie organique. — Dans son allocution présidentielle à la Section de Chimie de la British Association, tenue en 1926 à Oxford, le Prof. J. F. Thorpe a entretenu ses auditeurs de quelques applications de la chimie organique.

La stéréochimie, depuis une cinquantaine d'années, a conduit à de nombreuses synthèses, sans que toutefois on soit parvenu à une idée bien nette sur les modes spontanés de formation. On ne saurait compter, jusqu'ici, sur les théories électroniques, trop peu au point, pour expliquer quantitativement les variations de l'énergie libre des systèmes. Il semble plausible que les substances organiques se soient formées avec la moindre dépense d'énergie. Si les anciens biologistes ont pu considérer comme impossible la reconstitution artificielle des substances nées à la faveur du processus vital, leur théorie ne devait pas tarder à être mise en échec par la synthèse au laboratoire de substances identiques à celles de la nature. Néanmoins, les structures les plus complexes continuent à nous échapper.

La détermination de la structure n'a pas seulement pour objet une reproduction fidèle. Elle se propose, en outre,

(1) *Philosophical Magazine*, juillet 1926.

(1) *Chemistry and Industry*, 27 août 1926, p. 621.

en fixant l'arrangement atomique qui conditionne les propriétés, d'ouvrir des possibilités plus vastes, Pour l'indigo, par exemple, on ne s'est pas contenté de reproduire la couleur même, mais on a créé, comme produits commerciaux, toute la gamme des indigos. On peut encore à ce propos citer la cocaïne, dont les propriétés d'anesthésique local relèvent de la complexité moléculaire : on a préparé d'autres composés, doués de la même propriété anesthésiante, et cependant exempt des inconvénients de la cocaïne naturelle.

Passant à la question qui est son principal objet, celle du pétrole, Thorpe déplore l'insuffisance de nos connaissances sur les hydrocarbures complexes qui entrent pour une grande proportion dans l'huile minérale brute. Selon lui, notre ignorance tient vraisemblablement à ce que les ressources en pétrole, en apparence inépuisables, ont masqué l'urgence de l'économie pour les procédés de travail. En fait, on n'opère avec ménagement, ni dans les méthodes de fractionnement, ni dans celles du cracking, transformation aboutissant par rupture moléculaire à des substances à point d'ébullition abaissé. Présentement, la fraction importante est celle qu'on recueille jusqu'à 200°, et qui fournit le pétrole proprement dit. Etant donné l'accroissement rapide de l'industrie automobile, il est à craindre que, dans un avenir très proche, le pétrole ne fasse défaut. Les Etats-Unis en sont déjà à ce point d'une consommation exagérée, qui atteint approximativement 70 o/o de la consommation mondiale.

La question du pétrole soulève de nombreux problèmes. Les procédés de cracking actuellement en usage ne fournissent pas de carbures aromatiques, alors que c'est précisément de la présence d'une proportion donnée de ces carbures que dépendent certaines propriétés spéciales du pétrole. Pour des raisons encore inconnues, le pétrole, pauvre en carbures aromatiques du type benzène, détone quand il est chauffé dans des cylindres donnant un rapport de compression dépassant une certaine limite. Par contre, afin de restreindre la consommation en pétrole, on s'est attaché à construire, en vue de la traction, des moteurs à rapport de compression élevé. C'est pour concilier ces exigences multiples qu'on a essayé l'action des substances dites antidétonantes.

L'évolution des machines conduirait, dans l'avenir, à un processus inverse de celui du cracking, tendant à obtenir des hydrocarbures à point d'ébullition plus élevé. Dès maintenant, on sait obtenir de bonnes huiles lubrifiantes, en polymérisant des hydrocarbures non saturés à point d'ébullition plus bas. La polymérisation et la dépolymérisation se présentent donc comme deux procédés à étudier de très près.

On se préoccupe activement de la fabrication du pétrole de synthèse; en particulier, le procédé Bergius, pour la conversion du charbon en huile, a beaucoup, ces derniers temps, retenu l'attention. Cependant, cette technique n'est pas encore d'une application commerciale : elle exige une installation onéreuse, dont les conditions de fonctionnement, très variables, restent d'un contrôle difficile.

En terminant, Thorpe ajoute quelques mots au sujet des matières colorantes et il insiste sur l'intérêt que présente leur industrie, tant en elle-même que dans ses rapports avec les industries de guerre : munitions, gaz de combat, médicaments, etc.

S. V.

Spéléologie

Une merveille naturelle, l'Aven Armand. — De nombreuses grottes souterraines ont été découvertes et explorées dans la seconde moitié du XIXe siècle. Plusieurs d'entre elles ont été aménagées de manière à permettre des visites faciles et ont attiré de nombreux curieux.

Fig. 141. — Entrée de l'Aven Armand.

Certaines de ces grottes se composent de nombreuses galeries souterraines successives avec parfois des salles plus ou moins grandes. La visite en est longue et quelquefois pénible.

La grotte de l'Aven Armand, qui s'ouvre pour la première fois aux visiteurs en ce mois de juin 1927, a un tout autre caractère. Ici, point de galeries, point de salles successives. Un seul vaisseau immense, analogue à une immense cathédrale. Cette immense excavation souterraine n'avait d'autre ouverture qu'une sorte de trou dans le plateau, trou qui porte dans le patois du pays le nom d'*Aven*. C'est par ce trou que celui qui découvrit la grotte, Armand, accompagné de M. Martel, y est descendu pour la première fois. Cette descente périlleuse a été recommencée depuis par quelques rares personnes. Il s'agissait de se laisser accrocher à un câble qui se déroulait sous un treuil et qui permettait de descendre dans le vide jusqu'à une centaine de mètres de profondeur. C'est seulement l'an dernier qu'ont été entrepris des travaux maintenant terminés qui permettront d'arriver facilement dans le souterrain par une sorte de tunnel en rampe douce.

Il m'a été donné de visiter la grotte au moment où ces aménagements n'étaient pas encore tout à fait terminés. Le spectacle intérieur est véritablement magnifique. On y voit des stalagmites innombrables aux formes les plus diverses et dont certaines dépassent 30 mètres de haut. Ces piliers gigantesques sont d'une blancheur éblouissante car la grotte a été préservée de la lumière des torches fumeuses. Elle a,dès le début, été éclairée exclusivement à l'électricité et un très bel éclairage électrique permettra d'en saisir tous les détails.

Situé dans le département de la Lozère, aux confins du département de l'Aveyron, l'Aven Armand est très voisin de la région célèbre des Gorges du Tarn. Il ajoute une merveille naturelle de plus à toutes les merveilles de cette région de France encore trop peu connue.

Comme l'on sait, les stalagmites sont des dépôts formés par des gouttes d'eau, contenant des sels minéraux en dissolution, qui tombent constamment sur un même

point. La variété des formes tient à de très légères déviations dans la trajectoire verticale de la goutte d'eau, déviations qui peuvent être dues à des inégalités de température ou à de légers courants d'air. Et si l'on réfléchit aux millions d'années qui ont été nécessaires pour former des colonnes ayant ainsi plusieurs dizaines de mètres de hauteur, on ne peut s'empêcher de se demander comment la régularité de ces formations a pu être ainsi obtenue. Il faut que pendant des milliers de siècles le régime des gouttes d'eau ait été d'une stabilité véritablement déconcertante. C'est là un des problèmes curieux que pose l'existence de ces formations.

Mais les visiteurs se contenteront pour la plupart, d'admirer le spectacle extraordinaire que donne cette forêt féerique jusqu'ici à peu près inaccessible.

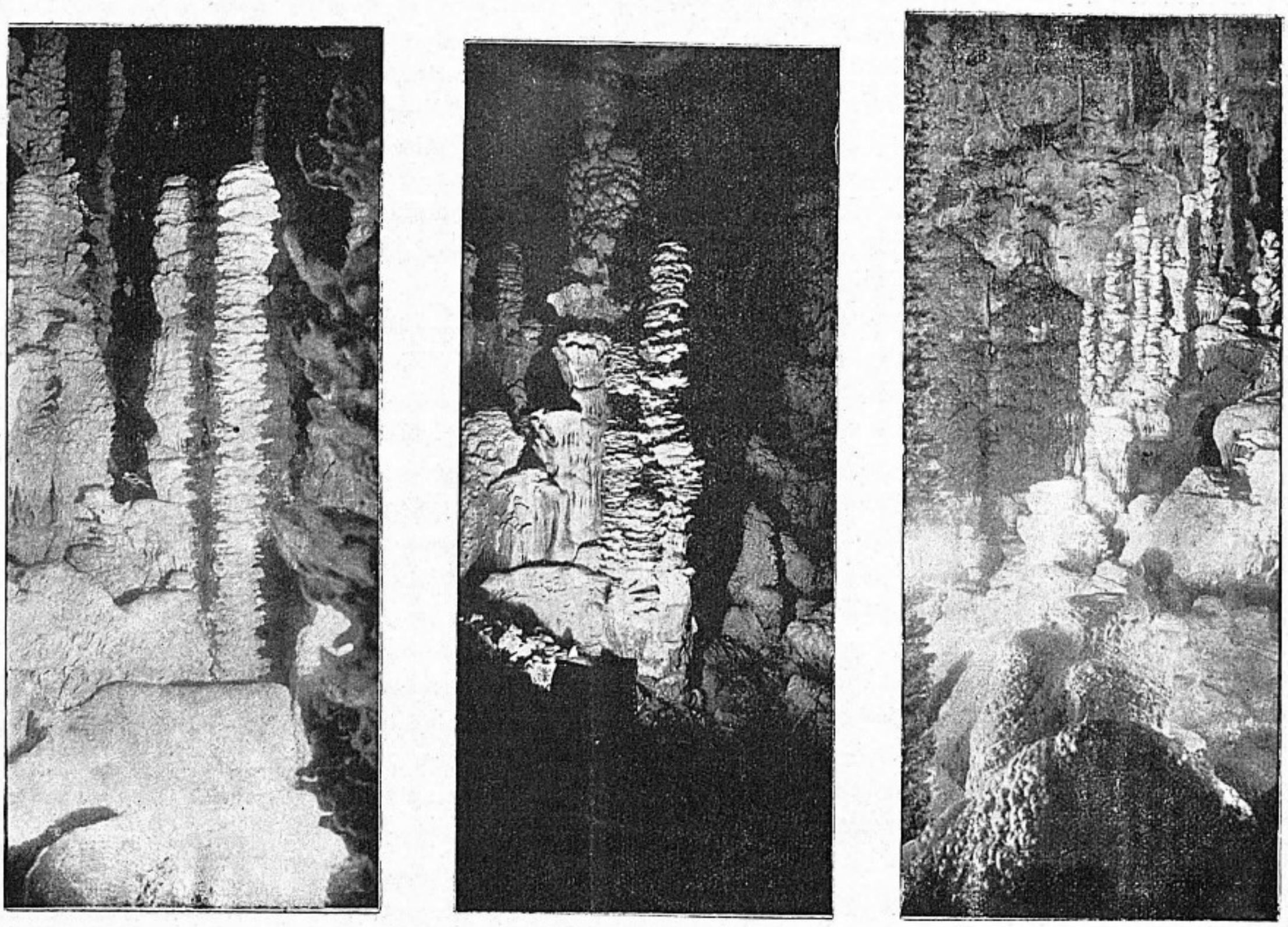


Fig. 142. — Trois aspects des stalagmites de l'Aven Armand.

Emile Borel,
de l'Académie des Sciences.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Électricité

Installations électriques dans la Nouvelle Zélande. — L'Empire Britannique forme un marché excessivement puissant pour les machines, et c'est sur ce marché que les fabricants anglais doivent porter tous leurs efforts, particulièrement en Nouvelle Zélande qui a besoin d'une grande quantité de matériel électrique. Actuellement, le Gouvernement néo-zélandais électrifie l'île qui dispose d'importantes forces hydrauliques. Le plan d'électrification prévoit trois stations principales reliées par des câbles à 110.000 volts : de nombreuses sous-stations, dérivées du réseau principal, partent des réseaux à 11.000 volts transmettant le courant aux consommateurs. Les trois principales stations hydro-électriques sont établies dans le Sud,

sur le fleuve Mangaho, dans le Nord, aux cataractes d'Arapuni et enfin près du lac de Waikaremoana.

La station du fleuve Mangahao est déjà en pleine marche; sa capacité est de 24.000 kw., elle est munie de cinq alternateurs mûs par turbines hydrauliques. On transmet 12.000 kw. à la ville de Wellington.

A la station de l'Arapuni, qui est en construction, on compte pouvoir finalement obtenir 160.000 CV et mettre la première installation en route à la fin de 1927. Elle travaillera surtout pour la ville d'Auckland et pour les villes et villages plus proches.

La nouvelle station, près du lac de Waikaremoana sera la première d'un groupe qui aura probablement une capacité de 150.000 kw.

Les deux alternateurs de 20.000 kw. et leurs turbines, pour la première station sont en construction; ces deux alternateurs seront disposés horizontalement et marcheront à la vitesse de 428,6 tours par minute, sous une hauteur de chute de 189 à 193 mètres; les turbines seront type Francis, à réaction; les alternateurs seront à 14 pôles, auront 4 m. 85 de diamètre et pèseront 130 tonnes; le rotor seul pèsera 68 tonnes. Le courant produit par cet alternateur sera transformé à 110.000 volts par deux transformateurs.

Le projet prévoit la transmission du courant des stations d'Arapuni et de Waikaremoana au sud de l'île pour suppléer aux livraisons insuffisantes de la station de Mangahao. Cette transmission nécessite des dispositions spéciales pour régler le voltage, ce qui a nécessité l'installation de condensateurs.

De la ligne de transmission à 110.006 volts, qui doit avoir 310 km., on a déjà construit 160 km. et on espère que le reste,ainsi que la première station de Waikarmoana, seront terminés et fonctionneront en juin 1929.

(*Engineering*, 24-12-26). E. P.

Aérostation

Enveloppe de ballons en métal. — Cette construction du ballon rigide à enveloppe métallique en tôle de duralumin remplaçant l'enveloppe habituelle en soie, devient un perfectionnement important dans la construction des ballons. Récemment, le Ministère de la Marine, aux Etats-Unis, a passé avec la Société de perfectionnement de la défense aérienne un contrat pour l'exécution d'un ballon entièrement en métal de dimensions suffisantes pour la démonstration du principe. Ce ballon aura 45 m. de longueur de 15,9 m.de diamètre maximum; il aura un volume de 5.600 m³; la construction en est commencée et doit, d'après le contrat, en être terminée en 400 jours. Cette Société avait déjà depuis 4 ans fait de nombreux essais concernant la construction des ballons en métal.

Zeppelin avait commencé à employer du duralumin dans la construction des ballons pendant la guerre et, vers la fin, on l'utilisait dans la construction des aéroplanes. Le dernier perfectionnement, c'est l'aéroplane entièrement métallique.

Un avantage important que présente le ballon à enveloppe métallique, c'est que l'enveloppe en duralumin résiste à la tension et au cisaillement et renforce le cadre du ballon, ce qui n'est pas le cas avec les enveloppes en tissu. C'est pourquoi l'enveloppe métallique permet un changement radical dans la construction du cadre du ballon. Le principe général de la construction serait analogue à celui adopté dans la construction des navires, et suivant lequel ni le revêtement, ni la structure ne peuvent résister seuls, mais se supportent et se renforcent mutuellement. Le ballon métallique est court et compact; on avait calculé que la construction métallique permettrait une réduction de poids; cependant, comme on a augmenté le coefficient de sécurité, le poids restera le même que celui d'un ballon ordinaire.

Le cadre sera fait de quatre cornières et profils spéciaux; on emploiera le duralumin à l'exception des fils servant de tirants pour lesquels on emploiera du fil de piano. Tous les assemblages de la carcasse seront rivés et non soudés. Le revêtement de duralumin aura 0,2 m/m. d'épaisseur et pèsera 700 gr. par mq.; on le disposera sur le cadre sous forme de panneaux larges de 400 à 450 m/m. et longs de 600 à 4.800 m/m.

L'une des questions les plus importantes dans ce travail, était de rendre le revêtement très étanche aux gaz. Dans la coque, il y aura un diaphragme en soie, séparant le compartiment d'air du gaz se trouvant au-dessus : cependant on compte tenir ce diaphragme à plat contre le fond de l'enveloppe de façon à avoir du gaz dans toute l'enveloppe. On a essayé différents procédés d'assemblages avant d'adopter le rivetage des tôles; les pertes de gaz seraient presque négligeables, ne dépassant guère celles que l'on observe avec le revêtement en soie.

Le rivetage des assemblages nécessitera environ 3 millions de rivets minuscules et on a dû chercher un procédé pour les faire mécaniquement. Les joints, ayant une largeur de 12 m/m., seront constitués avec trois rangs de rivets espacés de 2 mm. et on a dû construire une riveuse spéciale pour poser des rivets de 1 m/m. de diamètre. Cette riveuse, fera les rivets et les mettra en place à la vitesse de 5.000 à l'heure. Mais ce qui manque au duralumin, c'est l'oxydation qui dans les gazomètres ordinaires maintient les joints et assemblages bien étanches. Pour y suppléer, on devra employer un couvre-joint spécial.

On alimentera ce ballon ou avec l'hydrogène ou avec l'hélium.

Voici ses données numériques :

Capacité : 5.600 m³,
Longueur de la coque : 45 m.
Diamètre maximum : 15,9 m.
Longueur de la nacelle : 7, 2 m.
Largeur de la nacelle : 2,5 m.
Epaisseur du revêtement : 0,2 m/m.
Puissance : 400 CV.
Hélice en duralumin : 2 aubes.

	Résultats espérés.	
	Hélium	**Hydrogène**
Charge totale	5.617	6.200
Poids utile :		
Equipage (4)	330 kg.	330 kg.
Passagers (6)	500 kg.	500 kg.
Combustible	660 kg.	660 kg.
Huile	90 kg.	90 kg.
Charge disponible	4.047 kg.	4.047 kg.

(*Iron Age*, 18-11-26). E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 23 mai 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Gaston Julia.* — **Sur une classe de polynomes.**

— *G. Cerf* (prés. par M. Goursat). — **Sur une propriété d'invariance du groupe des transformations de contact et les transformations de certaines équations aux dérivées partielles du deuxième ordre à *n* variables indépendantes.**

MÉCANIQUE. — *L. Lecornu.* — **Sur l'équipartition de l'énergie.**

RELATIVITÉ. — *Corps* (prés. par M. Ch. Lallemand). — **Une explication nouvelle du résultat négatif de l'expérience de Michelson et Morley.**

L'auteur émet une nouvelle hypothèse paraissant se rapprocher de celle émise en 1845 par Stokes qui avait admis une condensation très forte de l'éther à la surface du globe, qu'il attribuait à une action de gravitation et d'où résultait une immobilité presque complète de l'éther relativement à la Terre. D'après l'hypothèse de M. Corps, la condensation de l'éther aurait lieu, non pas autour et à l'extérieur du globe terrestre, mais à l'intérieur ou au contact immédiat de chaque atome matériel, elle ne serait pas l'effet mais la cause de la gravitation. L'éther se comporterait comme une substance continue quoique parfaitement perméable à la matière, susceptible de s'étirer dans un sens, en se contractant dans un autre, n'admettant aucune solution de continuité. Il démontre que la vérification de son hypothèse est relativement facile.

MAGNÉTISME. — *W. Arkadiew* (transm. par M. P. Weiss). — **Bruissement dans l'aimentation du fer.**

Pour étudier le phénomène acoustique qui se manifeste dans l'aimantation, M. Arkadiew a soudé à un diaphragme de cuivre fixé dans un verre, un fil de fer de $0^{mm}.5$ de diamètre et de 40^{mm}. de longueur. Le diaphragme est appliqué à l'oreille; auprès de lui oscille, suspendu à un fil tordu, l'aimant en fer à cheval. A chaque nouvelle aimantation, dans le champ tournant de l'aimant, on entend dans le verre un bruissement caractéristique, qui devient plus intense lorsque l'appareil est monté depuis quelques semaines.

Les phénomènes acoustiques sont particulièrement forts si l'on agit sur une substance possédant l'effet de Barkhausen, extrêmement marqué qu'a découvert M. Forrer pour le nickel. Dans le champ magnétique tournant, le fil de nickel produit deux craquements sonores par période de rotation de l'aimant. Si le fil n'est pas tendu, les chocs sont plus forts car l'aimantation des fils dans le champ magnétique provoque un déplacement transversal accompagné d'un plus fort dégagement d'énergie que lorsque le fil est fortement tendu.

— *C. Gutton* et *Mme I. Mihul* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la perméabilité du fer aux fréquences élevées.**

Reprenant les expériences de M. Arkadiew et de ses élèves et celles de M. Laville, les auteurs ont employé une méthode qui ne fait pas intervenir la propagation le long d'un fil de fer et dans un domaine de longueurs d'ondes 8 à 25 m. Leurs expériences, comme celles de M. Laville, ne permettent pas de conclure à l'existence de variations de la perméabilité du fer analogues aux variations de la constante diélectrique au voisinage des bandes d'absorption.

OPTIQUE. — *P. Bovis* (prés. par M. A. Cotton). — **Spectres d'absorption et pléochroïsme de l'iode et de l'hérapathite.**

Les recherches ont été faites sur des lames d'iode solide dont l'épaisseur était de l'ordre du micron et sur des lamelles d'hérapathite préparée, l'une par de la Baume Pluvinel et l'autre au moyen d'une technique nouvelle due à Zimmern et Coutin. Les trois lames, en lumière naturelle ont à peu près la même opacité pour o μ 650. L'hérapathite de la Baume présente le pleochroïsme le plus accentué. Le bisulfite de quinine, que contient l'hérapathite, modifie profondément le spectre d'absorption de l'iode pur. L'hérapathite est un absorbant pratiquement neutre sur le large intervalle o μ 540 — o μ 640. L'iode a une teinte plus rouge. L'échantillon Zimmern-Coutin paraît être un mélange d'hérapathite et d'iode.

L'auteur a complété les observations sur l'iode solide en procédant, jusque dans l'ultraviolet, à des mesures d'absorption en lumière naturelle par photométrie photographique. Le tableau, dans lequel sont exposées les mesures prises montre, que l'iode solide possède une large bande d'absorption avec maximum de densité vers o μ 255. L'application des théories électroniques aux résultats expérimentaux permet de déduire que sur 7 molécules d'iode solide, il y a un électron absorbant l'ultraviolet.

POUVOIR ROTATOIRE. — *E. Darmois* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur le pouvoir rotatoire de l'ion tartrique.**

On tend à admettre que les singularités que présente le pouvoir rotatoire de l'acide tartrique [variabilité de (α) avec la concentration et la température dans l'eau et les solutions de sels neutres] disparaissent quand l'acide est neutralisé, l'ion tartrique $T^{=}$ $-(C^4H^4O^{5}--)$ ayant alors un (α) peu variable; c'est le cas dans l'eau, mais (l'auteur montre que dans les solutions de sels neutres, le tartrate de sodium éprouve des modifications variées de pouvoir rotatoire) : la grandeur, le signe de (α) sont changés. Si l'on suppose que ces modifications sont de nature physique (charge des ions, pouvoir inducteur spécifique de la solution), il apparaît dès maintenant comme très improbable qu'une seule explication convienne à tous les cas.

— *R. de Mallemann* (prés. par M. Cotton). — **Calcul du pouvoir rotatoire d'un système de molécule ou d'atomes anisotropes. Application au quartz.**

L'auteur établit l'expression générale du pouvoir rotatoire en se limitant à deux modèles satisfaisant à la condition suivante : les éléments symétriques (molécules, radicaux, atomes) sont orientés de manière que deux de leurs plans principaux respectifs soient parallèles. 1° Molécule (ou groupe) binaire; ligne de jonction OZ normale aux plans principaux parallèles; milieu isotrope à molécules simples indépendantes. 2° Cristal type quartz; (les centres des molécules étant supposés aux nœuds du réseau sénaire.

RADIOACTIVITÉ. — *Mlle C. Chamié* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur les groupements d'atomes d'éléments radioactifs dans le mercure.**

On introduit un élément radioactif en quantité imponderable dans quelques grammes de mercure préalablement distillé. Le mercure est ensuite versé sur une plaque photographique après filtration. Après un temps de pose suffisant, on enlève le mercure, on développe soigneusement et on examine la plaque au microscope.

Dans le mercure, les corps radioactifs envisagés ne semblent pas se dissocier en atomes individuels, mais sont répartis en petits groupements d'atomes qui se manifestent par l'effet photographique des particules α qu'ils émettent. Le diamètre de chaque groupement ne doit

guère être supérieur à un micron, puisqu'il détermine le centre d'une étoile dont le diamètre ne dépasse pas le double du parcours dans la gélatine des rayons α de l'élément donné.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Maurice Vèzes* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur le calcul des équilibres ioniques.**

L'auteur démontre que les relations qu'il a utilisées antérieurement (*C. R.*, 184, 1927, p. 943) pour calculer l'équilibre de précipitation du chlorure d'argent, prennent une forme un peu différente quand l'un des corps réagissants contient un ion polyvalent. Il prend comme exemple dans ce cas celui de la précipitation de l'oxalate de calcium hydraté par le chlorure de calcium et l'acide oxalique. Les résultats montrent que dans cette réaction, effectuée à 15°, la précipitation par l'oxalate de calcium est assez loin d'être complète (moins de 87 p. 100). L'acide chlorhydrique formé est presque complètement dissocié; il n'en reste que 3 p. 1.000 à l'état de molécules.

— *M^lle Germaine Cauquil* (prés. par M. Moureu). — **Sur la viscosité et le stéréo-isomérie géométrique.**

Dans la série hydrocyclique la viscosité semble être une propriété chimique géométriquement dirigée puisque les stéréo isomères se distinguent par leurs viscosités différentes. Les frottements intérieurs des isomères *cis* où tous les radicaux sont situés d'un même côté du plan doivent être moins intenses que ceux des isomères *trans* où les radicaux sont situés de part et d'autres. Ce fait est à rapprocher, dans une certaine mesure, des différences de vitesse d'éthérification signalées par M. Vavon pour les alcools hydrocycliques *cis* et *trans*. Si l'on essaie d'étendre cette remarque aux isomères éthyléniques (*cis* et *trans*) on constate par contre que les différences de viscosité sont beaucoup plus faibles, où tout au moins ne permettent pas d'être aussi affirmatif car elles peuvent se rapprocher de l'ordre des erreurs expérimentales.

— *J. Cournot* et *E. Perot* (prés. par M. Léon Guillet). — **Sur quelques cémentations spéciales de l'aluminium et du duralumin après double dépôt électrolytique.**

Ces recherches ont pour but de trouver un procédé pour protéger l'aluminium et les alliages légers contre la corrosion par l'eau de mer, protection cherchée dans un dépôt superficiel suivi de cémentation. Les essais ont donné quelques renseignements intéressants : 1° au point de vue de l'aspect extérieur, des plissements se produisent presque toujours pour les températures de cémentation supérieures à 575°; il est plus facile d'obtenir une surface saine avec les chauffages en bain de sable, probablement parce que l'éprouvette est mieux maintenue, et pour les cémentations en deux temps; au point de vue micrographique, la cémentation en deux temps paraît également favorable. Dans la zone cémentée, on distingue 1° une solution solide qui forme tout le fond, 2° une constitution eutectique en faible quantité, 3° un ou deux constituants durs, restant en relief au polissage.

CHIMIE ORGANIQUE. — *M^me Ramart-Lucas* et *M. Fasal* (prés. par M. Moureu). — **Contribution à l'étude des pyrrolidones.**

Les auteurs ont préparé des dérivés alcoylés des pyrrolidones afin de déterminer la structure des composés obtenus et d'étudier l'action de certains réactifs. Les expériences ont montré que les méthyl-5-diacoyl-3.3-pyrrolidones traitées par le l'amidure de sodium et des halogénures d'alcoyles réagissent sous la forme lactame et donnent des dérivés N-alcoylés. Parmi tous ces composés, seul le dérivé N-méthyle avait été signalé.

— *J. Bougault* (prés. par M. Moureu). — **Un exemple d'éther-oxyde d'hydrate de cétone. Acides benzalphényléthylsuccinique et benzyphényléthylmaléiques.**

L'acide amidé à fonction éther-oxyde d'hydrate de cétone étudié par l'auteur l'a conduit, par une série de réactions, à un acide bibasique qui lui ont fourni deux anhydrides, l'un normal, fondant à 104°, l'autre anormal fondant à 75° et décrit précédemment. De nouvelles recherches ont permis d'obtenir quatre acides isomères dont trois seulement sont étudiés dans cette Note. Ces trois acides qui donnent chacun un anhydride normal par l'action ménagée de l'anhydride acétique (10 minutes à 100°), fournissent, par une ébullition de 3 heures, avec le même réactif, un seul et même composé, un anhydride dont ils dérivent par l'action d'un alcali.

— *R. Cornubert* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Etude de l'action de l'amidure de sodium sur la cyclohexanone.**

Pour un amidure donné (1 mol.) la quantité de produit de condensation formé au cours de la sodation dépend de la concentration de la solution éthérée de cétone (1 mol.). Pour un certain amidure, avec une quantité déterminée d'éther, à une température donnée, en chauffant pendant un temps suffisant pour que la sodation soit complète, la quantité de produit de condensation obtenue dépend pas de la nature de l'alcoyle fixé, et cette condensation est identique à celle que l'on aurait si l'on n'alcoylait pas mais si l'on traitait le dérivé sodé par de l'eau.

L'action de l'amidure de sodium sur la cyclohexanone à la concentration de 20 gr. dans 80 cm^3 d'éther conduit à une grande quantité de cyclohexylidène-cyclohexanone à côté d'une petite quantité de produits supérieurs de condensation.

MÉTÉORITES. — *A. Lacroix.* — **Le fer météorique de l'oasis de Tamentit dans le Touat.**

La météorite dont vient de s'enrichir la collection du Muséum de Paris avait été signalée à Tamentit, dès 1864 par le voyageur G. Rohlfs. C'est vers la fin du XIV^e siècle qu'elle y avait été transportée et placée devant la mosquée. Elle pèse 510 kilogr. et affecte la forme d'un bouclier bosselé. La section grossièrement carrée mesure 0 m. 77 suivant ses diagonales et sa plus grande épaisseur est de 0 m. 44. Un premier examen a montré qu'il s'agit d'un fer pauvre en nickel appartenant structuralement au groupe des ataxites.

Il fallut, pour l'acquérir, entamer de longues et difficiles négociations avec les indigènes, qui ne se souciaient pas de s'en défaire, en raison des superstitions qui s'attachaient à cette météorite. Elle représente la plus ancienne chute repérée d'un fer météorique recueilli.

L. FRANCHET.

CRYPTOGAMIE. — *C. Sauvageau.* — **Sur le gamétophyte d'une Algue phéosporée (*Nereia filiformis* Zan).**

Comme chez le *Carpomitra Cabrerae* Kütz., les zoospores renferment un unique chromatophore et la germination de l'embryospore produit un tube très étroit dont l'extrémité distale renflée sera l'origine du prothalle. Les prothalles, généralement dioïques et protandres, sont réduits à quelques cellules. L'identité des chromatophores du gamétophyte et du sporophyte, la brièveté du pédicelle du sporophyte permettent de considérer le *Nereia* comme un type moins différencié que le *Carpomitra*. Comparant les Sporochnales aux Cutlériales, on pourrait, dit l'auteur, dire que, sous ces rapports, le *Nereia* est au *Carpomitra* ce que le *Zanardinia* est au *Cutleria*.

MICROBIOLOGIE. — *Charles Nicolle* et *Charles Anderson.* — **Etude comparative de quelques virus récurrents, pathogènes pour l'homme.**

Les quatre virus étudiés se classent en trois groupes : 1° virus récurrent mondial; 2° virus espagnol, intermédiaire entre le précédent virus et les suivants; 3° virus de la fièvre des tiques et de la musaraigne. Il est intéressant de constater la parenté intime, sinon l'identité, du virus d'une maladie humaine du centre de l'Afrique et d'un virus qu'on rencontre sur un insectivore de la côte du Sénégal.

GÉOLOGIE. — *F. Blondel* (transm. par M. Pierre Termier). — **Sur la nature géologique du Sud-Est et de l'Indochine.**

La présente Note est en particulier consacrée à quelques remarques sur la nature des terrains rencontrés dans cette région. Ces terrains se groupent dans six séries qui sont, de haut en bas : des alluvions modernes et anciennes; des basaltes; une série de schistes ou de grès; des rhyolites ou des roches du même groupe; une série de schistes ou quartzites; du granite, accompagné souvent de gneiss. L'absence de calcaires dans cette région est à noter.

— *E. Bruet* (transm. par M. Ch. Depéret). — **Sur la découverte du Pliocène supérieur dans la vallée de l'Aujon.**

La présence de *Bos etruscus* Falc. et d'*Equus Stenonis* Cocchi permet à l'auteur d'affirmer l'âge pliocène supérieur de la haute terrasse de la vallée de l'Aujon dont il donne, dans cette Note, les caractéristiques. Le Callovien de la région a un faciès à marnes ocreuses mélangées de peroxyde de fer hydraté.

L'ocre rouge repose sur une brèche de cailloux calcaires anguleux renfermant des galets de quartz ou de grès que l'auteur a reconnus comme d'origine vosgienne, avec des fragments d'ammonites calloviennes roulés, mêlés à du minerai de fer pivolitique et à de la limonite. C'est dans ce conglomérat ou bien lorsqu'il n'existe pas, à la base de l'ocre rouge et au contact des galets de grès et de quartz mêlés au minerai de fer, que l'auteur a trouvé les Mammifères fossiles.

PALÉONTOLOGIE. — *Jean Piveteau* (prés. par M. E. Bouvier). — **Sur quelques Poissons fossiles du nord de Madagascar.**

L'auteur indique la présence, dans la région d'Ambilobe, du genre *Acentrophorus* qui n'était signalé jusqu'à présent que dans le Permien supérieur d'Angleterre. L'étude de ce genre le conduit à préciser les affinités entre le groupe des Chondrostéens et celui des Holostéens; le genre *Perleidus* lui permet de mettre en évidence, dans le réseau des canaux sensoriels du crâne, des analogies avec certaines formes vivantes; enfin, une troisième forme décrite (*Pristisomus*) éclaire de nombreux points de la morphologie du crâne.

BOTANIQUE. — *Em. Perrot* et *Raymond-Hamet* (prés. par M. Guignard). — **Le Yagé, plante sensorielle des Indiens de la région amazonienne de l'Equateur et de la Colombie.**

Le Yagé est une liane qui, d'après ses caractères extérieurs et anatomiques, doit être rapportée à une Malpighiacée, le *Banisteria Caapi*. Les auteurs ont pu en extraire une douzaine de grammes d'un alcaloïde, la *télépathine* (yagéine), cristallisé en belles aiguilles blanches, fusible à + 253°.

La télépathine semble être chez l'homme un puissant stimulant provoquant de l'euphorie avec une augmentation de la mémoire et des facultés intellectuelles en même temps qu'une alacrité musculaire analogues à celles des caféiques. Elle peut provoquer des hallucinations visuelles curieuses et, chez l'homme sain, une glycosurie analogue à la glycosurie phloridzinique.

MYCOLOGIE. — *Louis Léger* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur la nature et l'évolution des « sphérules » décrites chez les Ichthyophones, Phycomycètes parasites de la Truite.**

Les sphérules des Ichthyophones sont les spores d'un Zygomycète de la famille des Entomophtorées et du type *Basidiobolus*, champignon qui, modifié par le parasitisme, évolue et se multiplie sous une forme massive dans le corps du Poisson.

PHYSIOLOGIE. — *Huguenard* et *A. Magnan* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur un accélérographe permettant la mesure directe des accélérations d'un oiseau en vol.**

Comme c'est le plein vol qui fournit les renseignements les plus intéressants, les auteurs se sont proposé de le comparer au vol battu au voisinage du sol. Pour arriver à ce résultat, ils ont cherché à mesurer directement les accélérations de l'oiseau en vol à l'aide d'un accélérographe qu'ils ont imaginé. Ils ont disposé cet instrument sur le dos d'un pigeon-voyageur qui peut porter sans difficultés une charge supplémentaire, l'accélérographe en question ne pesant d'ailleurs que 55 grammes.

— *M.* et *Mme A. Chauchard* (prés. par M. Henneguy). — **Recherches quantitatives sur l'excitabilité de l'appareil du goût chez l'Homme.**

L'application d'un courant électrique sur la pointe de la langue provoque une sensation que les uns qualifient d'acide, les autres de piquante. Ce moyen a été utilisé pour établir la topographie gustative de la muqueuse linguale et aussi pour l'étude de l'agueusie. Les électrodes sont reliées soit à un chronaximètre, soit au circuit d'excitation utilisé par Lapicque pour les mesures d'excitabilité.

D'après certains auteurs, toutes les fibres gustatives, même celles de la corde du tympan, appartiennent au glosso-pharyngien qu'elles rejoignent par des anastomoses au cours de son trajet ou au niveau de son origine bulbaire. Pour d'autres, elles se rattachent à deux systèmes distincts. Il semble bien que l'inégalité des chronaxies apporte un argument décisif en faveur de cette dernière opinion.

— *Jean Roche* et *Mme Eugénie Siegler-Soru* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur la respiration, *in vitro* du sang de divers animaux homéothermes.**

Aucun rapport ne paraît relier entre eux dans les sangs d'animaux de diverses espèces; d'une part, la teneur en hémoglobine, donc le degré de saturation en oxygène, et le nombre de globules rouges ou blancs et, d'autre part, la consommation en oxygène. Des résultats de leurs expériences, les auteurs arrivent à conclure qu'il faut chercher en dehors des tissus la cause principale de la calorification des homéothermes.

EMBRYOGÉNIE. — *Mlle M. L. Verrier* (prés. par M. F. L. Bouvier). — **Sur les organes céphaliques transitoires de l'alevin d'*Acara tetramerus* Heckel.**

Par leur nombre et leur situation, les organes céphaliques de l'alevin d'*Ac. tetramerus* rappellent ceux de l'*Hyperopisus bebe* Lacep. Leur structure se rapproche de celle des organes céphaliques de l'*Amia*. Comme dans ces deux espèces, ils peuvent être considérés comme des disques adhésifs.

— *Jules Barrois* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Sur le stade méduso'ide des Velleles.**

Ce n'est pas du manubrium, mais de l'ombrelle de la méduse, que provient le gastrozoïde central, et la cham-

bre du flotteur n'est de son côté autre chose que la cavité sous-ombrellaire refoulée vers la surface par la bulle d'air formée à son intérieur.

MÉDECINE. — *Stelys* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur l'origine physiologique du cancer. Géophysique d'un milieu pathogène. Aperçu d'une causalité universelle.**

L'auteur communique l'observation d'un fait établissant une relation étiologique entre les endémies de dégénérescence néoplasique et le milieu ambiant dans le Massif Central.

Un relevé topographique montre la distribution principale des maisons à cancer. La zone de léthalité jalonnée par les vestiges d'une révolution plutonique, où l'anhydride carbonique abonde au milieu de constants dégagements gazeux et radioactifs, correspond à la présence d'une atmosphère très ionisée et asphyxique, sous un climat normalement très sec.

Un semblable déterminisme s'observe chez les animaux domestiques et sauvages, qui en témoignent à première vue par une multiplicité extraordinaire de dermatoses bénignes et malignes, à l'instar de la population humaine.

La végétation spontanée ou cultivée confirme l'action hypertonique de l'ambiance dans les mêmes milieux, et la succession de ses effets de stimulation et de dégénérescence qui accusent son rôle cancérigène conformément aux données du cancer expérimental.

Il semble que l'apparition du cancer constitue une réplique des tissus irrités par un excès d'acide carbonique ou une carence d'oxygène dans le milieu nutritif ou ambiant.

P. Guérin.

Séance du 30 mai 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *S. Mandelbrojt* (prés. par M. Jacques Hadamard). — **Sur une classe particulière de séries entières.**

— *S. A. Gheorghiu* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la croissance du dénominateur D (λ) de Fredholm.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Eugène Selivanowski* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur une classe d'ensembles définis par une infinité dénombrable de conditions.**

HYDRODYNAMIQUE. — *Basile Demtchenko* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la stabilité des cavitations.**

MÉCANIQUE. — *M. André Blondel.* — **Sur le réglage des régulateurs à commande directe munis d'amortisseurs.**

MÉCANIQUE INDUSTRIELLE. — *R. Swyngedauw* (prés. par M. Kœnigs). — **Sur le renforcement de la tension d'une courroie par le fait de son enroulement sur la poulie.**

L'auteur démontre que par une tension spécifique d'environ 250^{g} par millimètre carré du brin tendu, la tension de la courroie qui s'engage sur la poulie augmente de 32 p. 100 de sa valeur avant l'enroulement, si elle est appliquée fleur sur poulie, de 9 p. 100 si elle est appliquée chair sur poulie, de 3/4 p. 100 si la courroie est en balata, ce qui semble impliquer une fatigue plus grande pour la courroie-cuir si elle est appliquée fleur sur poulie plutôt que chair sur poulie.

MÉTÉOROLOGIE. — *Louis Besson* (prés. par M. Bigourdan). — **Sur le refroidissement de l'air au coucher du Soleil.**

La grandeur de la baisse de température dépend surtout de la température initiale et de la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air (donc, de la tension de la vapeur). La pression atmosphérique et la force du vent ont une influence très petite. La visibilité, c'est-à-dire le degré de transparence de l'atmosphère dans le plan horizontal, n'a aussi qu'une importance négligeable. La baisse de la température augmente avec la température initiale et diminue lorsque la tension s'accroît.

Le refroidissement de l'air est en moyenne le même que celui d'un corps enfermé dans une enceinte dont la température serait de —10°3. C'est la température moyenne dans l'atmosphère à 4.000 m. de hauteur.

OPTIQUE. — *Emile Henriot* (transm. par M. Villard). — **Dédoublement d'un rayon de lumière par traversée d'une lame transparente fléchie.**

L'auteur explique, au moyen d'équations, le dédoublement qui se produit lorsqu'on fait tomber un faisceau de lumière provenant d'un collimateur sur une lame à faces parallèles fléchie; il se dédouble en deux faisceaux de lumière parallèle qui, reçus dans une lunette, donnent deux images de la fente. Il faut que celle-ci soit parallèle à la fibre neutre et, d'autre part, la lame étant fléchie par des pressions distribuées bien symétriquement, on ne doit utiliser que la partie centrale, qui est en état de flexion pure.

SPECTROSCOPIE. — *G. Balasse* (prés. par M. A. Cotton). **Spectres continus obtenus par la décharge sans électrodes dans la vapeur de mercure.**

Il semble que toutes les fois que l'on passe d'un état d'ionisation $p+1$ à un état d'ionisation p, ce passage est accompagné de l'émission d'un spectre continu, critérium certain de ce passage. Ceci est bien d'accord avec le fait que les raies d'étincelle E_1, E_2 données par MM. E. et L. Bloch, sont émises par des atomes de mercure ionisés une et deux fois.

Pour isoler les spectres continus C_A et C_{B_1}, il est indispensable de maintenir le tube à décharge à température très constante. Il a ainsi toujours été possible à l'auteur de produire l'un des deux spectres continus seulement. Lorsque la température n'est pas restée constante au cours de la prise d'un spectrogramme, on observe un spectre continu se raccordant à la fois aux raies d'arc et E_1. Sous cet aspect le spectre continu présente un caractère identique à ceux mentionnés par M. Esclangon : il est dû à la superposition des deux spectres C_A et C_{E_1}.

RADIOACTIVITÉ. — *Mlle St. Maracineanu* (prés. par M. Deslandres). — **Recherches sur la radioactivité du plomb qui a été soumis pendant longtemps au rayonnement solaire.**

Les recherches ont été effectuées sur les feuilles de plomb qui recouvrent la toiture de l'Observatoire de Paris et qui depuis longtemps sont soumises au rayonnement solaire et à la pluie. Des essais comparatifs étaient faits dans un appartement. Les mesures qui ont été prises avec un électromètre Szilard sont données dans un tableau qui montre aussi que les mesures sont plus régulières le soir après le coucher du Soleil ou bien par un temps nuageux. Elles sont fortement dérangées par le Soleil, surtout à l'entrée et à la sortie des nuages. A midi, lorsqu'il darde sur l'appareil, le plomb semble devenir deux fois plus actif qu'à l'ordinaire. Ce rayonnement est formé surtout de particules α, mais d'après les mesures du mouvement propre de l'appareil (fond en aluminium posé directement ou à distance du toit), on peut soupçonner aussi un rayonnement pénétrant de très faible intensité.

— *Deslandres.* — **Remarques sur la communication précédente.**

M. Deslandres, en soulignant l'intérêt que présentent les recherches de Mlle Maracineanu, fait appel aux personnes

qui ont du plomb longtemps insolé et les prient d'en envoyer un échantillon à l'Observatoire de Paris.

— *Joliot* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur une nouvelle méthode d'étude du dépôt électrolytique des radioéléments.**

M. Joliot décrit un appareil qui permet de supprimer les manipulations et d'étudier le phénomène d'une façon continue : l'électrode sur laquelle on veut suivre le dépôt fait partie de la paroi du récipient à électrolyse et est suffisamment mince pour être traversée par le rayonnement du corps actif qui s'y dépose. Le rayonnement libéré au travers de la fenêtre ainsi constituée, entre dans une chambre d'ionisation. La mesure du courant de saturation correspondant est proportionnelle à la quantité de corps déposé. L'électrode transparent est constituée par une feuille mince de mica de 1 mg. 5 au centimètre carré sur laquelle on fait un dépôt d'or par pulvérisation cathodique (épaisseur d'or $4o^{\mu\mu}$ environ, surface 9 m. cm^2 5). Le rapport entre l'activité déposée et celle mesurée au travers de l'électrode est voisin de 2. Les rayons α du PO étant arrêtés par 1/500e de millimètre d'eau environ la couche de liquide actif pouvant donner lieu à un rayonnement traversant l'électrode est très peu épaisse, et l'activité correspondante est négligeable.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Léon Guillet.* — **Sur la nitruration des aciers.**

Ces nouvelles recherches ont porté sur la nitruration d'aciers complexes et sur l'attaquabilité des aciers nitrurés.

Dans la nitruration d'aciers complexes, parmi tous les aciers essayés, les seuls ayant donné des résultats intéressants sont : 1° acier chrome, tungstène-vanadium; 2° acier-nickel, vanadium, perlitique; 3° acier nickel-vanadium, martensitique, mais sans tendance austénitique; 4° acier nickel-manganèse. Il est à noter que le vanadium transforme complètement la nitruration des aciers au nickel. Aucun acier ne donne un accroissement de dureté comparable à celle des aciers à l'aluminium, sauf les aciers nickel-vanadium.

L'attaquabilité des aciers nitrurés, par certains réactifs, notamment les alcalis, a fait l'objet, en raison de son importance, de recherches spéciales. Les résultats en sont exposés dans plusieurs tableaux. Ces recherches vont être poursuivies en vue des applications.

— *Victor Lombard* (prés. par M. J. Perrin). — **Perméabilité du nickel à l'hydrogène. Influence de l'épaisseur du métal.**

Le mode opératoire est le même que celui qui avait déjà été décrit par l'auteur dans une Note antérieure (*C. R.*, 182, 1926, p. 463). Les résultats de ces nouvelles recherches sont exposés dans un Tableau dans lequel sont données les valeurs de la diffusion à une pression de 770 mm. de mercure à cinq températures différentes pour des lames d'épaisseurs variant de $9^{mm}16$ à $1^{mm}99$.

Un graphique indique la variation du logarithme du débit en fonction du logarithme de l'épaisseur du métal. Le débit représente le nombre de centimètres cubes de gaz, mesurés à 0° sous 760 mm. de mercure, qui traversent une surface de 1 cm^2 en une heure.

Le travail de M. Lombard est une vérification expérimentale de la formule théorique d'après laquelle la diffusion d'un gaz à travers un métal est inversement proportionnelle à l'épaisseur du métal.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Lespieau* (prés. par M. Moureu). — **Sur l'érythriteacétylénique.**

$CH^2OH.CH.OH.C{\equiv}C.CHOH.CH^2OH$.

Dans le but de poursuivre l'étude de cette érythrite dont il a déjà décrit plusieurs dérivés, l'auteur on fait la diméthyline biprimaire en chauffant quelque temps au réfrigérant ascendant le dioxyde d'éthylène avec quatre fois son poids d'alcool méthylique et quelques gouttes d'acide sulfurique, on neutralise et on distille. La diméthyline ainsi obtenue a permis de préparer plusieurs produits.

— *E. E. Blaise* et *Herzog* (prés. par M. Moureu). — **Sur la constitution des chlorures d'acides α-acétoxylés.**

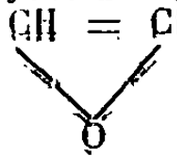
Les chlorures des acides α-acétoxylés peuvent être considérés comme susceptibles de réagir sous deux formes isomères; l'une de ces formes, cyclique, correspondant aux cycloacétals, s'isomériserait en la seconde, acyclique, sous l'influence du chlorure d'aluminium. Cette isomération serait analogue à celle qui se produit dans les cas des chlorures d'*o*-phtalyle, mais inverse. Rien ne permet, jusqu'ici de penser qu'il s'agit de formes tautomères, susceptibles de donner lieu à un équilibre.

— *Max* et *Michel Polonowski* (prés. par M. Moureu). — **Sur la β-pyridyl-α-pyrrolidine (Nornicotine).**

Partant de l'aminoxyde de nicotine, on prépare l'acétylnornicotine et le benzoylnornicotine. Tous les deux donnent par saponification la même base secondaire : la nornicotine ou β-pyridyl-α-pyrrolidine $C^9H^{12}N^2$, base huileuse, incolore, difficilement entraînable par la vapeur d'eau, d'odeur vireuse, rappelant la nicotine, très oxydable à l'air. $a_D = -2\rho^0$ (C=3,87 p. 100 dans l'alcool méthylique). La nornicotine, bien que très soluble dans l'eau, précipité de ses solutions alcalines concentrées, et est facilement extraite à l'éther. Elle donne des sels neutres et acides, pour la plupart incristallisables.

La nornicotine n'était pas encore connue.

— *Mlle Jeanne Lévy* et *Sftras* (prés. par M. Béhal). — **Sur l'isomération des quelques oxydes d'éthylène de formule générale** $C^6H^5-(CH^2)^n-CH=CH^2$



Dans la série des oxydes d'éthylène dérivés des carbures $C^6H^5(CH^2)^n-CH=CH^2$ la rupture de l'oxygène oxydique a toujours lieu du côté du carbone le moins substitué. Il s'ensuit que la capacité affinitaire des radicaux benzyle, phényléthyle, phénylpropyle et phénylbutyle est inférieure à celle de l'atome d'hydrogène.

— *Marcel Sommelet* (prés. par M. Béhal). — **Sur les N-alcoylimines de la benzophénone.**

En partant du chlorure de benzophénone, M. Sommelet a préparé les méthyl-, éthyl-, allyl-, cyclohexyl- et benzylimine.

Méthylimine : $(C^6H^5)^2\ C=N-CH^3$	$Eb_{20}=168^05$	$F=47\text{-}49^0$
Ethylimine : $(C^6H^5)^2\ C=N-CH^5$	$Eb_{21,5}=174^05$	$F=61\text{-}62^0$
Allylimine : $(C^2H^5)^2\ C=N-C^3H^5$	$Eb_{32}=187^0$	$D_4^{22}=1.0475$
Cyclohexylimine : $(C^6H^5)^2\ C=N-C^6H^{11}$	$Eb_{17}=209\text{-}210^2$	$D_4^{21}=1.0268$
Benzylimine : $(C^6H^5)^2\ C=N-C^7H^{17}$		$D_4^2=1.0358$

Ces imines ont toutes été obtenues avec de bons rendements.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Ch. Barrois, Paul Bertrand* et *Pierre Pruvost.* — **Sur le terrain houiller d'Anzin.**

Les principaux résultats de cette étude ont été de permettre le raccordement exact des veines exploitées à Anzin avec celles de l'extrémité occidentale du Pas-de-Calais, d'une part, et avec celles du Borinage, du Limbourg, de la Ruhr, d'autre part. De plus, les auteurs ont pu, pour la première fois, fixer l'épaisseur de la série westphalienne à la frontière belge et y préciser des subdivisions stratigraphiques comparables à celles du Pas-de-Calais. Ces résultats sont figurés dans un tableau annexé à cette Note.

— *Ph. Glangeaud.* — **Sur l'origine des sources minérales fumerolliennes de Royat (Puy-de-Dôme).**

L'ensemble des assises constituant actuellement la bordure du synclinal de la Limagne est fortement redressé et plonge, d'une façon générale, de l'Ouest à l'Est, vers l'axe du synclinal, grâce à une série de failles en échelon qui les enfoncent successivement et irrégulièrement dans le même sens. Tout ce territoire oligocène est très disloqué et se résout en une série de compartiments différemment effondrés ou surélevés, provenant du bord relevé dans son ensemble et comprimé du synclinal, au moment surtout des mouvements alpins.

Les neuf sources minérales de Royat, et les multiples dégagements de gaz carbonique observés dans cette localité, sont en relation étroite avec ces dislocations.

ENTOMOLOGIE. — *E. L. Bouvier.* — **Sur les Saturniens d'Afrique.**

L'auteur groupe les Saturniens africains dans quatre tribus : *Micragoniicæ*, *Pseudapheliicæ*, *Saturniicæ* et *Bunæicæ*.

Les genres de la première tribu sont exclusivement africains et se distinguent de tous par leur carène thoracique dorsale, ainsi que par les ornements de leurs ailes qui sont bigarrées et sans trace d'ocelles. Chez les *Pseudapheliicæ* la carène thoracique disparaît, la coloration perd ses bigarrures. Ce qui distingue la troisième tribu, c'est l'asymétrie des ocelles et l'absence d'épines chez la chenille. Dans la dernière les anneaux ocellaires sont complets; la transformation des tubercules de la chenille en épine est presque constante.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Jean Effront.* — **Sur la synthèse des protéines par les Saccharomyces.**

Au cours de la vie anaérobie de la levure, la partie du sucre qui sert à la synthèse des protéines subit une décomposition préalable sans dégagement de CO^2. Aussi, la totalité du carbone du sucre se retrouve-t-elle dans la levure produite.

En présence d'une forte aération, au contraire, une certaine quantité de sucre est complètement brûlée et le sucre restant est transformé en aldéhyde acétique qui fournit le carbone pour la synthèse des protéines.

— *Javillier, H. Allaire* et *Mlle S. Rousseau* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Phosphore nucléique, bilans et rapports phosphorés au cours de la croissance.**

A la naissance, l'animal (Souris blanche) est plus riche en phosphore nucléique qu'en phosphore lipidique. La teneur du jeune être en phosphore nucléique baisse, et très notablement de la naissance jusque vers la fin de la période de lactation. La teneur du jeune être en phosphore lipidique augmente très vite pendant la première semaine, puis régulièrement pendant la période de lactation et même au-delà.

Le rapport $\frac{P\ nucléique}{P\ lipidique}$ connaît d'amples variations.

Le rapport $\frac{P\ nucléique}{P\ total}$ baisse de 0.14 à 0.07; le rapport $\frac{P\ lipidique}{P\ total}$ grandit au contraire de 0.12 à 0.19.

Le rapport $\frac{P\ nucléique}{P\ actif}$ tombe en trois semaines de 0.40 à 0.20, tandis que le rapport $\frac{P\ lipidique}{P.\ actif}$ s'accroît de 0.35 à 0.47.

— *M.* et *Mme Enselme* (prés. par M. G. Bertrand). — **Contribution à la Chimie du tissu cancéreux.**

Dans le tissu cancéreux il y a accroissement notable du phosphore nucléique par rapport à la teneur du phosphore dans l'organe sain. L'irradiation fait disparaître cet excès de phosphore. Le phosphore lipidique augmente, au contraire, dans la tumeur irradiée en même temps que la proportion des graisses. L'évolution du tissu néoplasique ne se produit que lorsque l'irradiation a déterminé des effets thérapeutiques efficaces.

MICROBIOLOGIE. — *Charles Nicolle* et *Charles Anderson.* — **Sur la résistance du porc au virus de la fièvre récurrente espagnole et sur les conditions naturelles d'existence de cette maladie et d'autres spirochétoses.**

A leurs premiers stades de développement, les Ornithodores ne sauraient piquer un animal comme le porc, à cuir dur; ce sont donc de petits mammifères, commensaux de l'étable, qui jouent le rôle de réservoir du virus.

L'étroite parenté (sinon l'identité) du virus de la fièvre des tiques et du virus de la musaraigne, pathogène pour l'homme et les petits rongeurs, permet de supposer que c'est aussi sur de petits mammifères que se conserve le virus de la fièvre des tiques dans les agglomérations humaines de l'Afrique centrale par l'intermédiaire d'ectoparasites qui ne sont pas exclusivement, peut-être, des Ornithodores.

— *Constantin Gorini* (prés. par M. Roux). — **Bactéries pathogènes, ferments mixtes du lait.**

Les nouvelles recherches de l'auteur confirment les précédentes sur l'existence d'espèces bactériennes hétérogènes dans leur action sur le lait; elles donnent en outre l'impression que chez certaines espèces hétérogènes faiblement acidifiantes et protéolytiques, cette propriété de ferment mixte est un caractère de parasitisme ou de parasitisme facultatif, tandis que les bactéries fortement acidifiantes ou ferments simples sont des saprophytes. En d'autres termes, chez certaines bactéries la vie parasitaire fait prévaloir les cellules capables d'être acidoprotéolytiques, et la vie saprophytique fait prévaloir les cellules capables de propriétés acidifiantes énergiques.

BOTANIQUE. — *F. X. Skupienski* (prés. par M. J. Costantin). — **Sur le cycle évolutif chez une espèce de Myxomycète Endosporé, *Didymium difforme* (Duby). Etude cytologique.**

Chez l'espèce en question le plasmode peut être constitué non seulement par la fusion de deux myxamibes (+) et (—), mais par un plus grand nombre de ceux-ci. Donc le nouvel élément, appelé communément zygote, peut être bi, tri, quadri ou même plurinucléé.

Aux plasmodes bien différenciés peuvent se joindre d'autres myxamides-gamètes, rencontrés sur leurs parcours; par conséquent, l'accroissement d'un plasmode peut s'opérer de deux façons : par sa croissance personnelle et par l'adjonction et la fusion d'autres myxamides-gamètes. Plusieurs plasmodes peuvent se fusionner et former ainsi un grand plasmode.

CHIMIE ALIMENTAIRE. — *E. Fleurent* (prés. par M. A. Th. Schlœsing). — **Sur la composition de la graine de fenugrec et les inconvénients de son mélange aux blés destinés à la mouture.**

L'examen de divers échantillons a permis à l'auteur d'établir la composition centésimale des graines de fenugrec.

Outre son amertume spéciale, la résine extraite de la graine répand à l'air une odeur âcre très pénétrante. D'autre part, la solution aqueuse et l'extrait qui en résulte sont doués eux-mêmes d'une amertume aussi prononcée que celle de la résine elle-même. Aussi, conçoit-on que tout blé renfermant du fenugrec soit impitoyablement exclu des tractations commerciales.

PHYSIOLOGIE. — *Maurice Fontaine* (prés. par M. Matignon). — **Du mode d'action des fortes pressions sur les tissus.**

L'imbibition des tissus, loin d'être le mécanisme par lequel la pression lèse la cellule, n'est que la conséquence de modifications apportées par la pression elle seule dans les tissus.

— *Mme L. Randoin* et *R. Lecoq* (prés. par M. A. Desgrez). — **L'évolution de l'avitaminose B dans ses rapports avec la constitution des glucides du régime.**

Plus l'absorption intestinale d'un glucide donné est tardive ou faible (fécule, lactose ?) ou plus son aptitude à se transformer en glycogène est grande (lévulose), moins l'avitaminose B évolue rapidement; inversement, plus l'absorption est rapide (galactose, glucose), plus l'aptitude à former du glycogène est faible (galactose) ou plus la tendance à produire de l'hyperglycémie est forte (galactose, maltose), plus rapidement se produit la mort en l'absence totale de vitamines B.

ELECTROPHYSIOLOGIE. — *Georges Bourguignon* et *Mlle Renée Dejean* (prés. par M. d'Arsonval). — **Chronaxie normale du nerf vestibulaire de l'homme.**

Les auteurs estiment qu'on peut trouver la signification de la très grande chronaxie du nerf vestibulaire dans ses fonctions mêmes. Les excitations du vestibule sont en effet le point de départ de réflexes organo-végétatifs; le nerf vestibulaire est donc intimement lié, au point de vue fonctionnel, au système sympathique; la grandeur de sa chronaxie affirme ces relations.

Cette nouvelle technique d'exploration du nerf vestibulaire permettra, disent les auteurs, d'étudier, avec plus de précision que ne le permet le vertige voltaïque classique, la pathologie de ce nerf.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Raoul Bayeux* (prés. par M. A. Desgrez). — **L'élément mécanique *décompression* et l'élément biochimique *hypo-oxygénation* dans la genèse des lésions sanguines et pulmonaires chez les animaux en atmosphères raréfiées.**

Les troubles dûs au séjour dans l'air raréfié sont causés aussi bien par l'action mécanique *seule* que par l'hypo-oxygénation *seule*. Leurs effets s'ajoutent. L'injection sous-cutanée d'oxygène supprime presque totalement les troubles.

Il faut prévoir que le jour où l'on pratiquera régulièrement, par la voie des airs, les grands voyages transocéaniques sans escale possible, la nécessité s'imposera de prémunir les passagers contre des accidents possibles de respiration. Il faudra alors recourir aux injections d'oxygène, car les inhalations, utiles aux ascensions hautes et courtes, seraient dangereuses dans les longs voyages.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *G. Mouriquand, A. Leulier* et *P. Sédallian* (prés. par M. Ch. Richet. — **Toxine diphtérique et adrénaline des surrénales.**

La toxine diphtérique fait diminuer considérablement la teneur en adrénaline de la médulle-surrénale du cobaye; mais, chez les animaux sacrifiés de 9 à 10 heures après l'injection, cette diminution n'est nette que dans 50 pour 100 des cas observés. Elle paraît devenir une règle générale si l'on sacrifie les animaux peu de temps avant leur mort probable, soit de 15 à 20 heures après l'injection.

La toxine diphtérique laisse subsister une certaine proportion d'adrénaline « virtuelle » et la quantité de celle-ci devient très faible lorsque le taux de l'adrénaline libre dans les capsules fraîches est très élevé. On en rencontre très peu également dans les organes des animaux profondément atteints.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — La prochaine séance publique annuelle aura lieu le 12 décembre 1927.

Académie nationale des Sciences des Etats-Unis. — Sont nommés Associés étrangers, MM. Paul Sabatier, de l'Université de Toulouse, Godfrey H.H. Hardy, de l'Université d'Oxfordt et Carl Stumpf de l'Université de Berlin.

Bibliothèques Nationales de Paris. — Le personnel scientifique des Bibliothèques nationales de Paris est recruté sur titres.

Les candidat doivent être pourvus soit de l'un des titres suivants :

1° Docteur ès-lettres ou ès-sciences (diplôme d'Etat);
2° Agrégé de l'enseignement secondaire;
3° Ancien membre des Ecoles de Rome ou d'Athènes;
4° Archiviste paléographe;
5° Diplôme de l'Ecole des langues orientales vivantes.

Soit de deux des titres suivants :

Licence ès-lettres ou ès-sciences.
Certificat d'aptitude à l'enseignement des langues vivantes (degré secondaire).
Diplôme de l'Ecole pratique des Hautes Etudes.
Diplôme de l'Ecole du Louvre.
Doctorat d'université (sciences et lettres).
Doctorat en droit.
Doctorat en médecine.
Diplôme de pharmacien de 1re classe.

Certificat d'aptitude aux fonctions de bibliothécaire dans les bibliothèques universitaires ou de bibliothécaire dans une bibliothèque municipale classée.

Le fait d'avoir satisfait aux examens de sortie de l'Ecole polytechnique, de l'Ecole centrale des arts et manufactures ou de compter cinq ans de services réguliers dans une bibliothèque universitaire ou une bibliothèque municipale classée, tient lieu d'un des deux diplômes énumérés ci-dessus.

En cas de vacance d'emploi, le Comité consultatif des Bibliothèques nationales fait des propositions.

S'il ne s'est présenté aucun candidat qualifié pour la spécialité à pourvoir, le Ministre peut, après avis du Comité consultatif et sur le rapport de l'Inspection générale, accorder une dispense de diplôme.

Commission du Codex. — M. Breteau, Professeur à l'Ecole d'application du Service de santé militaire, membre de la Commission du *Codex* est nommé secrétaire technique de ladite Commission.

Office nationale des Combustibles liquides. — M. de Margerie, Directeur général des Contributions indirectes est nommé membre du Conseil d'administration, en remplacement de M. Formery, démissionnaire.

Exposition du Travail. — Les anciens élèves des Laboratoires Bourbouze, avec, comme animateur, le physicien manipulateur Hémardinquer, ont pris l'initiative d'une participation des aides de laboratoires scientifiques et industriels à l'Exposition du Travail où doivent être présentés les « Chefs-d'œuvres » des meilleurs ouvriers de toutes les professions.

En effet, l'aide de Laboratoire, le modeste garçon de Laboratoire, doit savoir un peu de tous les métiers; le public ignore la place importante qu'il tient dans la production scientifique des chercheurs, et aussi dans l'enseignement manuel des futurs savants. Le préparateur Bourbouze qui fut l'ouvrier modeste choisi par Despretz, à la Sorbonne, pour l'aider dans ses recherches et dans ses leçons, a créé un enseignement manuel de la physique, par lequel sont passés de nombreux ouvriers dont quelques-uns sont devenus des maîtres. Certains chercheurs, comme les frères Curie, ont beaucoup appris de Bourbouze.

M. Charlety, Recteur de l'Académie de Paris, a invité les Doyens des diverses Facultés scientifiques à faire connaître au personnel auxiliaire des laboratoires, cette première tentative de groupement des aides dont quelques-uns sont restés célèbres. « La mère Tissier » qui remplissait les fonctions de garçon au laboratoire de Victor Regnault, était parvenue à travailler le verre d'une façon parfaite et à réaliser les délicates expériences du célèbre physicien. On doit à Clément, sur le traitement du minerai de platine, des travaux qui ont été mis au point par Sainte-Claire Deville. C'est à l'habileté de Gagnebien, le garçon de laboratoire de Schlœsing que celui-ci doit d'avoir pu construire ses fours en magnésie, chauffés au chalumeau, et d'avoir ainsi inauguré la chimie des Hautes températures.

Aujourd'hui les Laboratoires sont outillés comme des ateliers et, dans leur personnel auxiliaire, on compte des mécaniciens et des ouvriers spécialisés. Le rendement de ces Laboratoires, dépend beaucoup de l'organisation et de l'utilisation rationnelles des préparateurs, ouvriers et garçons qui, de plus en plus, deviennent pour le savant les collaborateurs indispensables. L. F.

Vie scientifique universitaire

Universités. — Il peut être attribué, par les Facultés des Sciences, après avis du Comité consultatif de l'enseignement supérieur public, des bourses en vue de la préparation du certificat de P. C. N.

Ces bourses, qui ne sont pas renouvelables, sont accordées pour une année scolaire. Exceptionnellement elles peuvent l'être pour une partie seulement de l'année.

Sont seuls autorisés à les postuler, les étudiants qui ont été admis au baccalauréat de l'Enseignement secondaire et ayant obtenu soit la mention *Assez bien* à chacune des deux parties de cet examen, soit la mention *Passable* à la première partie et la mention *Bien* à la deuxième.

— Les bourses d'études dont peuvent bénéficier les élèves des Instituts de sciences appliquées des Facultés et des Universités sont accordées sur la proposition du Doyen de la Faculté à laquelle et rattaché l'Institut, ou du Directeur de cet établissement et après avis du Recteur de l'Académie.

Elles sont attribuées pour une année scolaire, et exceptionnellement, pour une partie de l'année.

Elles peuvent être renouvelées chaque année, dans les mêmes formes, pendant la durée normale des études.

Ne peuvent en bénéficier les élèves des sections préparatoires des dits Instituts.

Les bourses peuvent être payées par quarts d'avance.

— Peuvent obtenir, sans concours, pour un an, une bourse de doctorat en médecine de première année, les candidats qui justifient :

Soit des mentions « *Bien* » au baccalauréat de l'enseignement secondaire et de 75 points au moins à l'examen du certificat d'études physiques, chimiques et naturelles, soit de la mention « *Assez bien* » au baccalauréat et de 80 points audit certificat;

Soit des mentions « *Bien* » au baccalauréat et « *Assez bien* » au certificat d'études supérieures de sciences portant sur la physique, la chimie et l'histoire naturelle, soit des mentions « *Assez bien* » au baccalauréat et « *Bien* » audit certificat.

Les bourses de doctorat en médecine, à partir de la deuxième année d'études sont données au concours, pour un an.

Sont admis à prendre part à ce concours, les candidats appartenant au régime d'études fixé par le décret du 10 septembre 1924, pourvus de 4, 8, 12 ou 16 inscriptions, qui ont subi avec la note moyenne 7, l'examen de fin d'année correspondant à leurs inscriptions.

Les épreuves de ce concours consistent en compositions écrites, savoir :

Etudiants à 4 inscriptions.

a) Une composition d'anatomie.
b) Une composition d'histologie.

Etudiants à 8 inscriptions.

a) Une composition de physiologie.
b) Une composition de physique et de chimie biologiques comportant :
1° Une question de physique biologique (une heure).
2° Une question de chimie biologique (une heure).

Etudiants à 12 inscriptions.

a) Une composition d'anatomie pathologique.
b) Une composition de pathologie expérimentale.

Etudiants à 16 inscriptions.

a) Une composition de médecine générale.
b) Une composition de chirurgie générale ou d'obstétrique.

Jusqu'à la disparition des anciens régimes d'études, les étudiants en cours de scolarité appartenant à ces régimes seront admis à s'inscrire au concours dans les conditions déterminées par les arrêtés du 22 avril 1902 (modifié par l'arrêté du 23 mai 1912) et du 26 décembre 1919.

— Les concours ont lieu annuellement au siège des Facultés, dans le courant du mois d'octobre, au jour fixé par le Ministre.

Université de Paris. — Le 12 juin aura lieu, à la Sorbonne, la remise, à M. Paul Appell, d'une médaille frappée à son effigie, à l'occasion de son Cinquantenaire scientifique.

— *Faculté des Sciences. — Soutenances de thèses.* — Les Thèses suivantes ont été soutenues à la Sorbonne, pour le doctorat ès-sciences.

11 juin. — M. Nechville : « *Recherches sur les mouvements propres des étoiles dans les premières régions des frères Henry.* »

13 juin. — M. Wemer : « *Recherches biologiques et expérimentales sur les ascomycètes des lichens.*

16 juin. — M. Laissus (diplôme d'Université) : « *Contribution à l'étude des cémentations métalliques.* »

— *Ecole normale supérieure.* — M. Lanson, Directeur, est admis à faire valoir ses droits à la retraite à partir du 1er septembre 1927, pour cesser ses fonctions le 31 octobre suivant.

— *Cité universitaire.* — La première pierre de la Maison britannique, sera posée le 8 juillet par le prince de Galles.

Ecole d'application de l'Office nationale météorologique. — Un cours élémentaire sera ouvert à cette Ecole, le 5 septembre 1927 afin de pourvoir à environ six emplois de météorologistes.

Pour être admis à prendre part à ce concours, il faut :

1° Justifier de la qualité de Français;

2° Avoir satisfait à la loi sur le recrutement de l'armée en ce qui concerne le service actif en temps de paix;

3° Etre âgé d'au moins vingt-deux ans et ne pas être âgé de plus de trente ans au 1er janvier 1927 (cette limite d'âge est reculée d'un temps égal à la durée des services antérieurs civils ou militaires ouvrant des droits à la retraite, dans les conditions de la loi du 14 avril 1924, décomptés au jour de l'ouverture du concours);

4° Remplir les conditions de diplôme ou de services prévues par l'article 11 du décret du 8 juin 1922.

A l'issue de la période d'instruction d'une durée de trois mois, un examen de sortie permettra de classer les candidats. Ceux qui auront satisfait aux conditions demandées seront répartis selon les besoins du service, les autres candidats seront licenciés et n'auront droit à aucune indemnité de licenciement.

Les candidats remplissant les conditions énumérées ci-dessus devront adresser leur demande, rédigée sur papier timbré et accompagnée de toutes pièces justificatives au directeur de l'Office National Météorologique, 176, rue de l'Université, à Paris (7e), dans le délai de deux mois à dater de la publication du présent avis.

Ils devront joindre à leur demande :

1° Une expédition authentique de leur acte de naissance, et, s'il y a lieu, un certificat établissant qu'ils possèdent la qualité de Français;

2° Un certificat de bonne vie et mœurs délivré soit par le maire du lieu de résidence et dûment légalisé, soit, à Paris, par le commissaire de police du quartier;

3° Un certificat médical établi par un médecin assermenté;

4° Un relevé des services militaires délivré par le bureau de recrutement;

5° Une note faisant connaître leurs antécédents et les études auxquelles ils se sont livrés (*curriculum vitae*);

6° Les diplômes prévus et les certificats qui auraient pu leur être délivrés ou les copies certifiées conformes de ces documents.

Sur le rapport du directeur de l'Office National Météorologique et sur le vu des pièces produites, le ministre prononcera, s'il y a lieu, l'admission au concours.

Le programme des connaissances exigées pour le concours d'admission à l'école d'application à l'Office national météorologique sera envoyé sur demande adressée au directeur de l'office national météorologique, 176, rue de l'Université, à Paris, 7e arrondissement.

Institut des Recherches agronomiques. — Les inspecteurs généraux des stations et laboratoires sont nommés par décret, sur la proposition du Ministre de l'Agriculture, et choisis :

1° Soit parmi les directeurs des stations et laboratoires centraux de Seine et Seine-et-Oise ou les directeurs des stations et laboratoires de province, âgés d'au moins quarante-cinq ans et ayant pendant dix ans au moins exercé les fonctions de directeur;

2° Soit parmi les candidats, âgés d'au moins quarante-cinq ans, et qualifiés par leurs titres et leurs travaux personnels.

Les candidats aux fonctions d'inspecteur général des stations et laboratoires seront choisis parmi ceux dont les titres auront été retenus par une commission ainsi constituée :

1° Le directeur des services sanitaires et scientifiques et de la répression des fraudes, président;

2° Le directeur de l'Institut des Recherches agronomiques;

3° Un membre de l'Académie des sciences;

4° Un membre de l'Académie d'Agriculture;

5° Deux membres du Conseil supérieur des recherches scientifiques agronomiques;

6° Les inspecteurs généraux des stations et laboratoires.

— Les directeurs titulaires des stations et laboratoires centraux, les directeurs titulaires des stations et laboratoires les chefs de travaux et les préparateurs titulaires sont nommés par arrêté du ministre de l'agriculture.

Les directeurs des laboratoires centraux sont choisis :

1° Soit parmi les directeurs de laboratoires, âgés d'au moins trente-cinq ans et ayant exercé les fonctions de directeur au moins pendant cinq ans;

2° Soit parmi les candidats âgé d'au moins trente-cinq ans et qualifiés par leurs titres et leurs travaux personnels.

Les candidats aux fonctions de directeurs de laboratoires centraux seront choisis parmi ceux dont les titres auront été retenus par une commission ainsi composée :

1° Le directeur de l'Institut des recherches agronomiques, président;

2° Un membre de l'Académie des sciences;

3° Un membre de l'Académie d'Agriculture;

4° Deux membres du Conseil supérieur des Recherches scientifiques agronomiques;

5° Les Inspecteurs généraux des stations et laboratoires.

Les directeurs de laboratoires sont recrutés exclusivement par la voie de concours sur titres parmi les chefs de travaux et les préparateurs titulaires ou auxiliaires de l'Institut des Recherches agronomiques.

Les titres des candidats seront examinés par une Commission constituée, lors de chaque vacance, par arrêté du Ministre de l'Agriculture et comprenant :

1° Le directeur de l'Institut des Recherches agronomiques, président;

2° Deux membres du Conseil supérieur des Recherches scientifiques agronomiques;

3° Les inspecteurs généraux des stations et laboratoires :

4° Un directeur de laboratoire central et un directeur de laboratoire.

Les chefs de travaux sont recrutés exclusivement par la voie de concours parmi les préparateurs titulaires ou auxiliaires des stations et laboratoires de l'Insitut des Recherches agronomiques.

Les candidats seront examinés par une commission qui aura à juger de la nécessité de leur imposer des épreuves et, dans ce cas, en fixera la nature et la durée.

Cette Commission constituée lors de chaque vacance par arrêté du ministre de l'Agriculture, comprendra :

1° Les inspecteurs généraux des stations et laboratoires dont un sera désigné comme président;

2° Un directeur de laboratoire central;

3° Un directeur de laboratoire.

Les préparateurs se recrutent par un concours sur épreuve dont les conditions seront fixées par arrêté ministériel. Ce concours n'est ouvert qu'aux préparateurs auxiliaires de

l'Institut des Recherches agronomiques comptant au moins un an de fonctions le jour de l'ouverture du concours.

Il pourra être dérogé aux dispositions qui précèdent en ce qui concerne le personnel de nouveaux laboratoires ou stations dans les trois mois qui suivront la date de leur création.

Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Tours. — Un concours s'ouvrira le 15 octobre 1927 au siège de l'Ecole, pour l'emploi de Chef des Travaux pratiques de chimie.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Poitiers. — Un concours s'ouvrira le 15 janvier 1928 devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux, pour l'emploi de Professeur suppléant de la chaire de Pharmacie et Matière médicale à l'Ecole préparatoire de Poitiers.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours. L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Identité et réalité, par E. Meyerson. In-8° de 572 pages. Troisième édition. Alcan, éditeur, Paris, 1926. — Prix : 40 francs.

M. E. Meyerson est un des philosophes les plus pénétrants de notre temps. Il s'est consacré à la philosophie des sciences et a su démêler, avec une rare maîtrise, la marche de la pensée scientifique.

Le XIXe siècle a été surtout positiviste. La science, prétendait-on, doit s'interdire la recherche des causes et se borner à établir, entre les phénomènes, des lois qui permettent la prévision et l'action. Dans l'ouvrage dont nous signalons aujourd'hui la 3e édition, M. Meyerson s'élève contre cette affirmation. Il montre, en s'appuyant sur l'histoire d'un certain nombre de doctrines scientifiques,— le mécanisme, le principe de la conservation de la matière et le principe de la conservation de l'énergie, l'unité de la matière,— que les savants ont toujours poursuivies, souvent d'ailleurs sans le reconnaître expressément, la recherche même des causes. Et M. Meyerson peut conclure : « Il n'est pas exact que la science ait pour but unique l'action, ni qu'elle soit uniquement gouvernée par le souci de l'économie dans cette action. La science veut aussi nous faire *comprendre* la nature. Elle tend réellement, selon l'expression de M. Le Roy, à la « rationalisation progressive du réel ».

M. E. Meyerson établit une distinction entre la légalité, ou recherche des lois liant les phénomènes, et la causalité qui est la recherche de l'explication par l'identification de l'antécédent et du conséquent. C'est du principe de causalité que dérivent les théories atomiques. Il intervient également dans la partie légale de la science en créant les principes de conservation et en poussant à l'élimination du temps. Une extension de ce même principe crée le concept de l'unité de la matière, qui conduit à l'assimilation entre celle-ci et l'espace et, par là, à l'annihilation du monde extérieur.

La pensée est constamment soutenue par de nombreuses citations, par des exemples empruntés aux divers chapitres de la science et toujours fort judicieusement choisis. On sent que M. Meyerson a pratiqué la recherche scientifique avant de s'adonner à la philosophie et qu'il parle de choses qu'il connaît bien. Aussi la langue a-t-elle une précision et une simplicité d'expression qui sont bien rares dans les livres actuels de philosophie. Tous ceux qui s'intéressent à la marche de la pensée scientifique doivent lire et méditer les livres de M. E. Meyerson et notamment « Identité et réalité » qui renferme l'essentiel de sa doctrine. A. Bc.

Cours de physique générale à l'usage des candidats au au certifical de physique générale, au diplôme d'Ingénieur électricien et à l'agrégation des sciences physiques, par H. Ollivier. Tome premier. *Unités. Gravitation. Electricité et magnétisme. Ions et Electrons. Symétrie.* In-8° de 780 pages avec 421 figures dans le texte et 11 planches hors texte. Troisième édition, entièrement refondue. J. Hermann, éditeur, Paris 1927. — Prix : 50 francs.

M. Ollivier publie actuellement la 3e édition de son Cours de Physique. C'est un succès bien rare dans les ouvrages de ce genre, qui témoigne hautement des qualités pédagogiques et de la probité scientifique de son auteur. Etudiants et professeurs ont, en effet, sous une forme condensée et claire, l'essntiel de la physique actuelle, les notions élémentaires étant, bien entendu, supposées connues. L'auteur a eu le souci de tenir son livre au courant des travaux les plus récents. Cela se voit nettement dans les parties qui traitent des questions à l'ordre du jour.

Le tome 1er, dont nous signalons la 3e édition, contient : l'attraction universelle et la gravitation, l'électrostatique, le magnétisme, les courants électriques, l'électron et les ions, la symétrie des systèmes limités et des phénomènes.

La 5e partie, consacrée aux électrons et aux ions, a subi d'importantes additions. On y trouve résumés les travaux les plus récents sur les rayons X, notamment ce qui concerne : la réflexion, la réfraction, la réflexion totale, la mesure des longueurs d'onde par les réseaux, leur application à la détermination de la structure des corps cristallisés, l'effet Compton de diffusion quantique, la liaison récemment réalisée entre les rayons X et les rayons ultra-violets et les essais tentés pour obtenir des rayons de plus en plus durs se rapprochant des rayons γ. Dans la radioactivité, on trouve exposées les recherches de Rutherford sur la désintégration artificielle des éléments sous l'influence des particules α, l'application de la méthode de Wilson à l'étude des rayons β, les rayons β dus aux rayons X, etc.

Nous ne saurions mentionner toutes les additions; il nous suffit d'indiquer que les lecteurs trouveront exposé dans l'ouvrage tout ce qui a quelque importance générale et qu'ils pourront y puiser une vue d'ensemble approfondie de la physique actuelle, qui les mettra à même d'aborder la lecture des Mémoires originaux. A. Bc.

Histoire des Bois et Forêts de Belgique. *Des origines à la fin du Régime autrichien*, par le Comte Goblet d'Alviella, vice-président du Conseil supérieur des Forêts, Avocat près la Cour d'Appel. 3 volumes in-8° de 489, 349 et 140 pages avec 36 gravures. En vente chez Paul Lechevalier, 12, rue de Tournon, Paris. — Prix : 100 fr.

Dans toutes les contrées habitées, la Forêt est intimement liée à l'Histoire de l'Homme. Avant qu'il sût tailler la pierre, alors qu'il était dénué de tout, c'est Elle qui lui donna sa première arme, lui permettant ainsi de tuer les animaux nécessaires à sa substistance et, en même temps, de se défendre contre eux; de même, bien des millénaires après, lorsque des engins plus meurtriers furent inventés, c'est encore Elle qui lui offrit d'impénétrables asiles où il pouvait se dissimuler à ses ennemis.

C'est à Elle qu'il dût de pouvoir cuire ses aliments, fait considérable dans l'Histoire de la civilisation.

C'est la Forêt qui, lorsque l'Homme devenant plus civilisé, abandonna sa caverne pour édifier une hutte, lui fournit les matériaux nécessaires. C'est grâce à Elle qu'il put construire sa première pirogue, fabriquer ses premières poteries et plus tard, extraire les matériaux des minerais et fondre le verre.

Enfin, lorsque l'Homme perpétuellement à la recherche d'un Idéal, se créa des dieux, la Forêt lui en donna une profusion, qui ne furent pas les moins adorés, ni les moins redoutés.

La Forêt régnait en souveraine; son envahissement tendait vers la conquête du Monde, quand l'Homme néolithique découvrit l'Agriculture qui apportait à la civilisation une des révolutions les plus fécondes qu'ait connue l'Humanité.

Il fallut donc défricher pour ensemencer : la Forêt — immense, tentaculaire — recula devant un grain de Blé venu, on ne sait comment, des terres lointaines de la Mésopotamie.

Cet événement est certainement le plus mémorable que pourra jamais enregistrer l'Histoire!

L'Agriculture progresse, le peuplement du sol s'accroît, le défrichement s'intensifie. Peu à peu, la Forêt s'amoindrit, disparaît en bien des endroits, et nous n'en voyons plus actuellement que des lambeaux que les « marchands de bois », les « marchands de biens », les entrepreneurs de « lotissements » achèvent de détruire, dans un intérêt non plus général, mais particulier.

Or, la forêt est indispensable à l'Homme. Le défrichement, à l'origine, s'imposait, car il fallait créer des terres de cultures. Mais, dit M. Goblet d'Alviella : « Si détruire la forêt semblait une chose indispensable dans l'intérêt des populations, sa conservation s'imposait, d'autre part, au point de vue économique et social. »

Plus que jamais cette conservation s'impose, car jamais nos besoins, en forêts n'ont été aussi grands.

L'Histoire de la Forêt est peut-être le plus beau chapitre de l'Histoire de l'Humanité.

Je m'excuse de ce long préambule dans lequel j'ai tenté d'esquisser les pensées que suggère le livre si captivant qu'avec une si belle érudition, vient d'écrire le Comte Goblet d'Alviella sur l'*Histoire des Bois et Forêts de la Belgique*, livre qui n'intéressera pas seulement les Belges, mais aussi les Français qui, en le lisant, sentiront passer le grand souffle des Forêts de la Gaule.

L'auteur étudie la Forêt depuis les temps géologiques jusqu'à la fin du XVIII^e^ siècle, c'est-à-dire jusqu'à la fin du Régime autrichien. Il montre ce qu'elle fut et ce que fut son rôle pendant les Temps préhistoriques et sous la domination romaine, il la décrit et indique ses transformations depuis Charlemagne jusqu'au seuil du XIX^e^ siècle. Il nous montre ce que fut la Belgique pendant cette longue période.

Dans tout le cours de son ouvrage, M. Goblet d'Alviella s'étend longuement sur les diverses législations auxquelles fut soumise l'exploitation des Forêts belges, ainsi que la chasse qui tient une place si considérable dans l'évolution d'une forêt.

L'auteur n'a pas négligé non plus les questions d'ordre technique relatives aux diverses essences qui croissent en Belgique, aux différents modes d'exploitation, aux aménagements, à la gestion, etc...

Dans le 3^e^ volume, se trouvent réunis les pricipaux documents officiels, tirés des archives, relatifs à l'Histoire des bois domaniaux. On ne saurait trop louer ce bel ouvrage écrit dans un style impeccable, orné de jolies gravures qui sont des reproductions d'estampes représentant des vues de forêts.

Le Comte Goblet d'Alviella a eu le sentiment très net de ce qu'est la Forêt dans l'Histoire d'un Peuple, aussi s'élève-t-il vigoureusement, avec une juste indignation, contre l'indifférence dont les Forêts sont l'objet : « C'est, ajoute-t-il, en étudiant l'histoire de nos forêts domaniales et communales, en retraçant leur évolution dans le passé qu'on se rend bien compte des affinités nationales, des caractères politiques communs des populations, tant flamandes que wallones, qui vivaient côte à côte dans les différentes provinces belges et qu'on aperçoit le mieux leur complète indépendance vis-à-vis des gouvernements et des peuples étrangers, dont le souverain, le chef, était en même temps le leur. »

Ce livre doit être lu et médité en France autant qu'en Belgique, non seulement par les forestiers, mais aussi par le public intellectuel et par les législateurs dont le devoir est de protéger nos Forêts. Espérons que sa lecture incitera un de nos historiens à écrire une Histoire générale des Forêts de la Gaule.

L. FRANCHET.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

C. Riallaud. — Pour recharger ses accus sur le secteur. Comment construire soi-même le meilleur des redresseurs de courants alternatifs. In-16 de 48 pages avec 20 figures. Desforges, Girardot et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 5 fr.

Marc Cramer. — Les sucres et leurs dérivés. In-16 de 360 pages avec figures. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 28 francs.

Jules Ponsinet. — Principes de l'Electro-chimie. In-16 de 215 pages avec 35 figures (*Collection Armand Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 9 fr.

J. Rouch. — Les Régions polaires. In-16 de 220 pages. (*Nouvelle collection scientifique*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Goblet d'Alviella. — Histoire des Bois et Forêts de Belgique. Des origines à la fin du Régime autrichien. 3 volumes in-8° de 982 pages avec 36 planches. Paul. Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 100 francs.

Jules Amar. — Organisation et Hygiène sociales. Essai d'hominiculture. In-8° de 692 pages avec figures. Dunod, éditeur, Paris.

Paul Baud. — Chimie industrielle. 2^e^ édition. In-8° de 1022 pages avec 331 figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 100 francs.

Marcel Boll et Paul Baud. — Memento du Chimiste I. Partie scientifique. In-8° de 676 pages avec 19 figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 105 francs.

René Trautmann.— La littérature populaire à la côte des esclaves. Tome IV des Travaux et Mémoires de l'Institut d'Ethnologie. En vente à l'Institut d'Ethnologie, 191, rue Saint-Jacques, Paris. — Prix : 30 francs.

Emm. de Martonne. — Traité de Géographie Physique, 4^e^ édition, Tome III, Biogéographie, avec la collaboration de Aug Chevalier et L. Guénot. In-8° de 464 pages. Colin, éditeur, Paris. — Prix : 60 francs.

Paul Bertrand. — Conférences de Paléobotanique. In-8° de 130 pages avec 157 figures. Eyrolles, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Impr. P. & A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 13 — 65e ANNÉE — 9 JUILLET 1927

LA SORBONNE DE ROBERT DE SORBON ET LA SORBONNE DE RICHELIEU[1]

La Sorbonne est un de ces êtres privilégiés, qui semblent nés pour ne pas mourir.

Naissance modeste, renaissances illustres.

De son premier fondateur, Robert de Sorbon, la Sorbonne a surtout retenu le nom : il fut pour elle un parrain.

rouges dont notre jeunesse garde la claire vision.

Dans une trentaine d'années, en 1957, on ne manquera pas de célébrer le septième centenaire de Robert de Sorbon. Et vous y serez, Mesdames, vous y serez Mesdemoiselles, car la

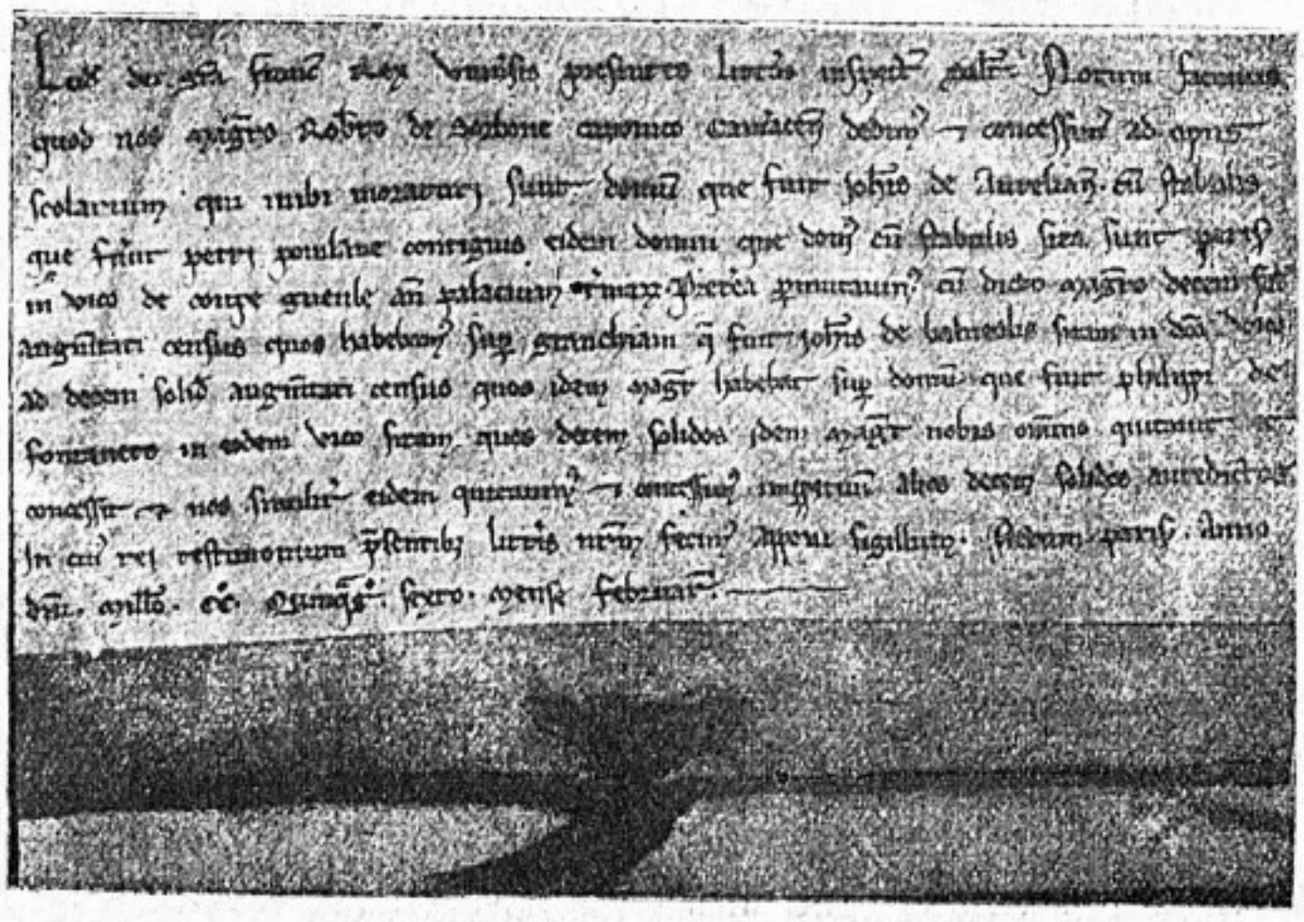


Fig. 143. — Lettre de Louis IX, pour la fondation de la Sorbonne (1257).

De son second fondateur, Richelieu, elle a gardé une partie de son emplacement actuel, sa chapelle, et jusqu'à la fin du dernier siècle, la jolie robe de pierres blanches et de briques

femme, en France, reste toujours jeune, en dépit des années.

Nous sommes à la veille de célébrer le troisième centenaire de ce moment capital où Richelieu, en 1627, approuva les plans de l'architecte Lemercier pour la reconstruction et l'élargissement du collège de Robert de Sorbon.

(1) Extrait d'une Conférence de la Société des Amis de l'Université faite à la Sorbonne le 10 mars 1927, par M. Dupont-Ferrier, professeur à l'Ecole des Chartes.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Et qu'il me soit permis de saluer ici, avec émotion, la mémoire de M. le Recteur Lapie ; je garde, comme une relique, la lettre persuasive qu'il m'écrivait, en décembre dernier, pour me demander de venir évoquer, aujourd'hui, l'histoire de l'immortelle maison où son cher souvenir demeure.

Mon premier souci doit être, il me semble, de rechercher comment l'humble logis de Robert de Sorbon a pu préparer la magnifique maison de Richelieu.

De 1257 à la fin du XVI[e] siècle, pendant les 350 premières années de son existence, la Sorbonne fut une hôtellerie collégiale, pauvre de ressources pécuniaires et riche de savoir théologique, voire philosophique.

Son créateur, Robert de Sorbon, ne lui légua pas seulement son nom et toute sa fortune ; mais son exemple, des traditions et un règlement qui devait durer autant que l'ancien régime.

Robert était un Champenois qui naquit à Rethel. Il était de haute taille et harmonisait en lui plus d'un contraste.

Il était fils de vilains et, cependant, il fut admis dans l'entourage du roi Louis IX : il dut probablement cette faveur à la reine Marguerite de Provence et à son médecin. D'ailleurs, l'Eglise était, pour les gens de petite naissance, un moyen de s'élever, pour peu que s'y prêtassent leur intelligence et leur caractère. Or, Robert était prêtre : il devint chapelain du roi.

Autre paradoxe : Robert se poussa à la Cour, non pas en flattant les faiblesses humaines, mais en les reprenant avec rudesse et en disant aux gens leurs vérités, bien en face : quoique moraliste et non courtisan, il réussit auprès des puissances du jour, sauf auprès de Joinville cependant.

Enfin, n'ayant ni sou ni maille, quand il débarqua de sa province, il sut acquérir une fortune foncière et immobilière ; il avait des maisons dans plusieurs quartiers de Paris : au marais et dans la cité.

C'était un timide et cependant il parlait une langue audacieuse, énergique, avec une verve de fabliau. Il animait ses sermons par des dialogues très vifs, par de petites scènes, par des anecdotes piquantes. Il flagellait surtout les hypocrites : « ces chauves-souris, disait-il, qui, selon l'heure, montrent les pattes ou les ailes ; aujourd'hui font le coq mouillé et contrefont la Madeleine repentie — *faciunt gallum implutum et contrefaciunt Magdalenam* — et, le lendemain, jettent leur soutane et courent aux Madeleines non-repenties. (1) »

Voici un de ces propos :

« Une femme ayant prié son mari de faire pour elle l'emplette d'une robe, il l'achète assez longue. La femme s'en étant revêtue, monte sur un coffre pour en mieux juger l'ampleur et la bonne façon. Mais voilà que, l'épreuve faite, la femme attristée dit au mari : Pourquoi donc m'avez-vous acheté, Monsieur, une robe si courte ? J'en voulais une qui pendît jusqu'à terre. Certes, répond le mari, je pensais que vous vouliez une robe pour vous seule, non pour vous et pour ce coffre tout entier. »

Leçon d'un prince à sa femme :

« Le prince, dont il est question, ayant une humble tenue, cela déplaisait à sa femme, qui arrivait à s'affubler des plus riches ornements ; et, comme elle blâmait sa pauvre mise et s'en plaignait à ses parents, il lui dit : Madame, il vous plaît donc que je me pare de vêtements de prix ? Elle répondant que tel était, en effet, son désir et que finalement elle voulait le voir s'y conformer, le prince reprit : Hé bien ! je ferai cela pour vous, la loi conjugale étant que l'homme doit complaire à sa femme et réciproquement... Mais cette loi, qui m'oblige envers vous, vous oblige pareillement envers moi ; vous êtes tenue d'obéir à ma volonté, comme je le suis d'obéir à la vôtre. En conséquence, je veux que vous me fassiez le plaisir de vous habiller plus modestement. Vous porterez mes vêtements et je porterai les vôtres. — N'oublions pas qu'au XIII[e] siècle, c'était encore pour les hommes la mode des robes. — A cet arrangement, la femme refusa de souscrire, et dès lors, elle permit au mari de se vêtir selon sa coutume.

Robert avait une idée fixe : être secourable aux pauvres et surtout aux pauvres étudiants et aux pauvres maîtres en théologie, qui mouraient de faim, à moins d'entrer dans les couvents franciscains ou dominicains. Au milieu du XIII[e] siècle, les moines mendiants menaçaient de tout accaparer. Robert voulut que la théologie devînt plus accessible aux prêtres séculiers.

Les Sorbonistes célèbres, dont Robert s'entoura, ne manquent pas : une dizaine sont morts de 1260 à 1295 : 15 ans avant ou 20 ans après Sorbon.

Ainsi :

Guill. de S. Amour, mort en 1272, qui enseigna successivement la philosophie, le droit, la théologie. Il était, lui aussi, très irrité du triomphe des ordres mendiants, fort dangereux, croyait-il, pour l'Eglise. Il les comparait aux Pharisiens. C'était un lutteur, contre lequel combattirent SS. Th. d'Aquin et Bonaventure, eux-mêmes.

Henri de Gand, mort vers 1293-95, un des plus grands écrivains du XIII[e] siècle, fut un philosophe et un théologien éminent.

(1) Robert de Sorbon. M. Hauréau a publié un opuscule de Sorbon sur *Le Mariage* et un autre, les *Propos* de Sorbon. Féret. *Faculté de Théologie*, II, 210 et 211.

Laurent l'Anglais, mort vers 1260, fut un de ceux qui défendirent l'Université contre les frères mendiants avec le plus de fougue.

Gérard d'Abbeville, mort en 1273, universitaire fougueux, lui aussi, et adversaire des frères mendiants, aussi implacable que Guill. de S. Amour et Laurent l'Anglais.

Siger de Brabant (1), mort vers la fin du XIII^e^ siècle, fut mis par Dante au même rang que Thomas d'Aquin, Alb. le Grand, Richard de S. Victor. Cet anversois, condamné comme hérétique en 1277, fut un des bienfaiteurs de la Sorbonne.

Jean Clarambaud, mort en 1286, était Sorboniste dès 1262. Il exposait dans ses questions : Pourquoi les anciens patriarches eurent plusieurs femmes, ou, avec leur femme, une servante.

Gérard de Reims, mort en 1289 au plus tôt, s'écriait dans ses sermons : l'Université, voilà d'où sortent pour l'Eglise tous les hommes vertueux.

Réginald de Reims, mort en 1284, crut avoir découvert l'étymologie du mot Paul : embouchure de trompette, prédicateur.

L'histoire semble parfois se recommencer, comme si les hommes tournaient en cercle.

Il y avait alors, dans le quartier latin, une crise des loyers. Laïcs et ecclésiastiques maintenaient ces loyers à des prix excessifs, et cela, en dépit du règlement de 1244, qui essaya de faire taxer les logements par une commission composée de deux professeurs et de deux bourgeois. Il fallut y revenir en 1277 et 1281.

(1) Ch. V. Langlois. *Rev. Paris*, 1^er^ septembre 1900.

Autre danger : une même maison abritait trop souvent, au premier étage, un lieu de débauche et, au second étage, une école. Quand descendaient les étudiants, les filles de joie, au seuil de la porte, leur barraient le passage.

C'est pour arracher les pauvres théologiens à tous ces périls, que Sorbon créa la Sorbonne, en 1257.

A cette époque, le quartier où est aujourd'hui la Sorbonne était surtout couvert de jardins, de vergers, de vignes, de terres labourées, de prairies. On s'y serait crû à la campagne. Les dernières maisons de Paris ne dépassaient guère l'Hôtel de Cluny actuel et notre rue du Sommerard, qu'on appelait jadis la rue des Mathurins-Saint-Jacques.

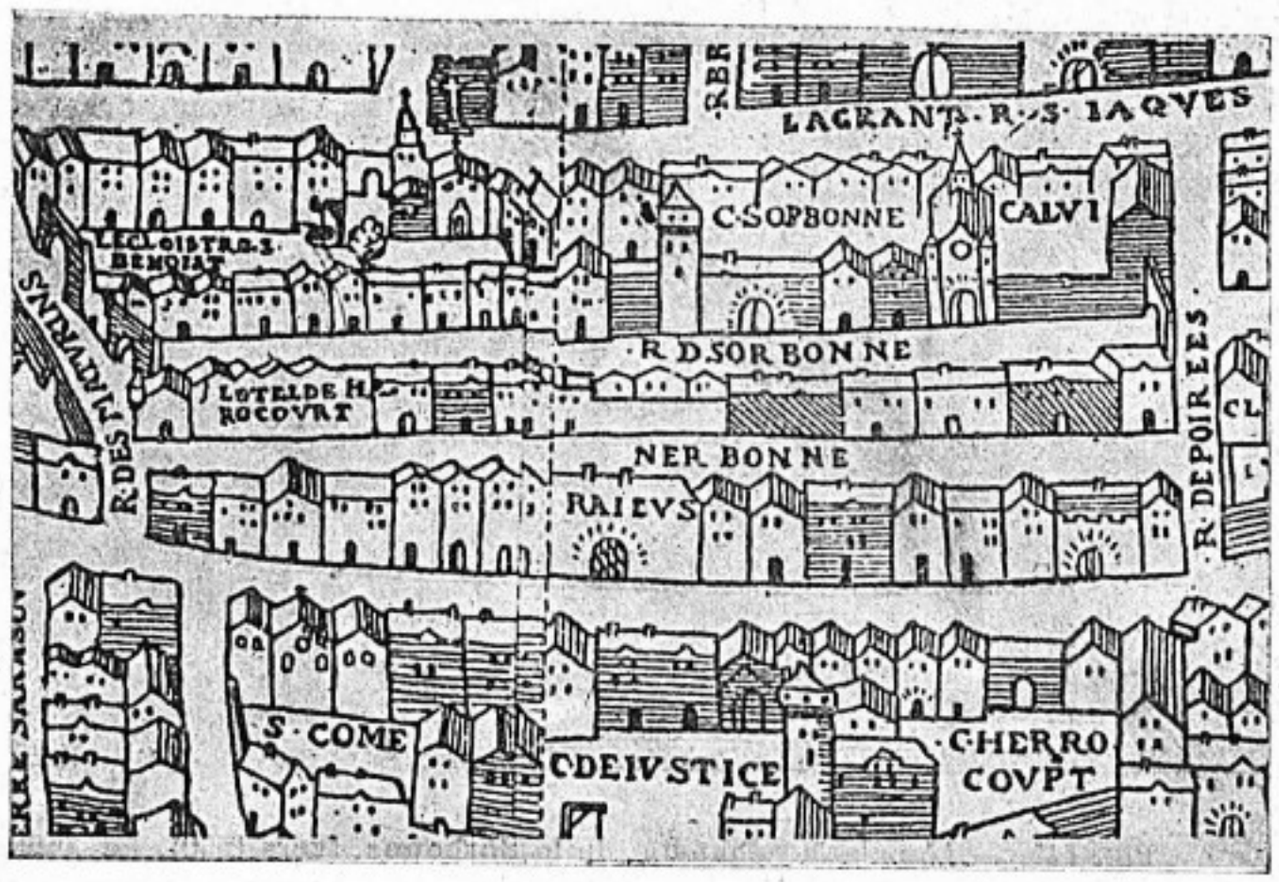


Fig. 144. — Le quartier de la Sorbonne au milieu du XVI^e^ siécle.

Entre cette rue et la muraille de Philippe-Auguste, qui traversait la rue Soufflot d'aujourd'hui, il n'y avait presque que des masures. Et la rue actuelle de la Sorbonne s'appelait d'un nom significatif : la rue Coupe-Gueule. Les apaches ou tire-laines y dévalisaient les gens.

Ce fut néanmoins dans cette rue Coupe-Gueule que Robert acheta, par voie d'échange ou autrement, avec le roi en particulier, plusieurs masures et jardinets.

Car on était là à mi-chemin entre les Ecoles de Notre-Dame et les Ecoles de Sainte-Geneviève.

Et d'ailleurs, Robert obtint que la rue serait, à ses deux extrémités, fermée par deux portes. On l'appela désormais rue des Deux-Portes avant de l'appeler, dès 1279, cinq ans seulement après la mort de Robert : *Rue des Héritiers de Sorbon*, puis *Rue de la Sorbonne*.

Robert quêta auprès du roi, de la reine, des grands, des prélats, des étrangers, déjà très nombreux : il commença la reconstruction des

masures croûlantes, et on finit par avoir-là 16 chambres. Ce nombre, qui fut accru par la suite, ne devait jamais dépasser 36 chambres.

Une chapelle leur fut adjointe : au plus tard dès le début du XIV^e^ siècle.

Il y avait, vers 1257, à Paris, ce semble, un millier d'étudiants au plus ; un siècle plus tard, il y en aura 4.000 et 600 maîtres.

La Sorbonne de Robert était pauvre et faite pour les pauvres.

Elle devait très longtemps rester pauvre, *pauperrima domus*. Les écoles rivales raillaient cette humilité. Du collège de Navarre, on disait par exemple : Navarre la Royale et on disait « la misérable maison de Sorbonne ».

Du moins, Robert avait-il laissé tous ses biens à son nouveau collège et obtenu que ses amis, Guillaume de Bray et Robert de Douai, léguassent, eux aussi, toute leur fortune.

Pour la Sorbonne, qu'il venait de fonder. Robert écrivit un règlement, qui fut gardé jusqu'à la Révolution.

Il décida que le personnel serait composé :

1° Des bénéficiaires boursiers, logés, nourris et enseignés gratuitement pendant 10 ans ; ils pouvaient être renvoyés après 7 ans ;

2° Des bénéficiaires étrangers et payants, qui venaient passer quelques mois dans la maison ;

3° Des associés ou sociétaires, *socii*, logés ou non à la Sorbonne ; les uns étaient boursiers, les autres payaient 40 livres parisis annuelles, Pour être associé, il fallait avoir professé la philosophie :

4° Des hôtes, qui n'avaient droit aux logements qu'après les bénéficiaires et les associés. Les hôtes payaient. Ces hôtes étaient candidats à l'incorporation parmi les *Socii*. Au bout de 7 ans au plus, ils devaient laisser leur place à d'autres, à moins de devenir associés, car on restait associé toute sa vie, même après avoir quitté la Sorbonne. Nul associé n'y demeura jamais plus de dix ans.

Les hôtes ne participaient pas à l'administration de la communauté ; à part cela, ils étaient assujettis à la même vie que les bénéficiaires et les associés.

Les bourses étaient constituées par les sommes que payaient les bénéficiaires, les associés, les hôtes non boursiers. Le principe était donc que les plus riches payassent pour les plus pauvres. La bourse, au XIII^e^ siècle, était de 2 ou 3 sous par semaine. Vu le renchérissement de la vie, on l'éleva jusqu'à 6 sous, jamais davantage.

Au reste, hôtes et associés n'étaient admis qu'après une enquête (sur le caractère et la piété du candidat) et un examen doctrinal,

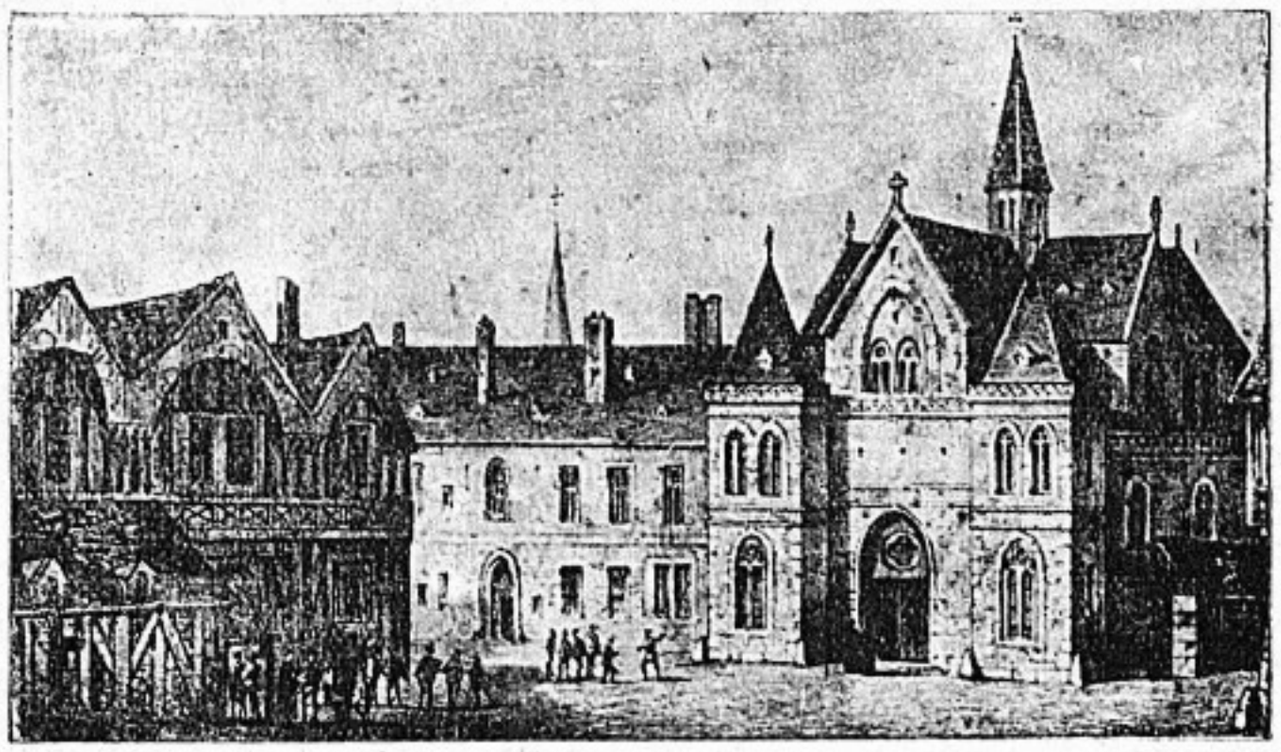


Fig. 145. — L'ancienne chapelle de la Sorbonne, (vers 1550).

qui consistait en une thèse, dite *Robertine*, passée après le baccalauréat, en théologie et avant la licence.

Le personnel de la Sorbonne administrait la maison au moyen d'*officiers élus*, de *Conseils permanents* et *d'assemblées*.

Les officiers étaient : le chef de la maison ou *Proviseur ;* — celui qui veillait au détail de la discipline et dont la besogne était la plus lourde, était le *Prieur ;* — celui qui s'occupait des finances se nommait le *Procureur ;* — le Secrétaire était appelé le *Conscripteur* ou *Greffier ;* — enfin le *Bibliothécaire* s'occupait des manuscrits et, plus tard, des livres.

Le Proviseur était viager ; les autres charges étaient annuelles.

Elles étaient contrôlées par trois Conseils permanents : l'un surveillant l'application exacte du règlement ; un autre, le comité des finances, chargé de la vérification des comptes ; le troisième s'occupait de la discipline des élèves et de leurs bonnes mœurs.

Outre les officiers, outre les conseils, il y avait des *Assemblées :* assemblées intérieures,

tenues à des jours irréguliers et dans la salle à manger, après le repas de midi ; les assemblées générales tenues quatre fois l'an.

Tous les membres de la communauté étaient égaux, *æquales*. Mais chacun, sauf appel au Proviseur, devait accepter de ses pairs, les avertissements, les blâmes, les châtiments.

Les étrangers ne devaient pas séjourner dans le collège.

Les femmes n'y étaient jamais admises, car si l'esprit est prompt, la chair pouvait l'être aussi, même chez les Sorbonistes.

Les clercs n'étaient pas si bien choisis qu'ils n'en vinssent parfois, les uns vis-à-vis des autres, aux injures, aux coups et même aux coups de couteau.

La Sorbonne en tous cas, se recrutait elle-même, s'administrait, se surveillait : elle était alors indépendante du Recteur. Elle avait son autonomie.

L'enseignement.

La Sorbonne n'était pas seulement un hôtel meublé de 36 chambres, payant pour les uns, gratuit pour les autres.

C'était un collège séculier de théologie, où l'enseignement, la dispute, le sermon émanaient des associés, des hôtes et même des bénéficiaires. Ce fut non pas le premier collège où l'on hospitalisât, mais le premier où l'on enseignât.

L'enseignement — oral — se ramenait surtout à l'explication de la Bible et des *Sentences des Pères*, choisies par Pierre Lombard. Quand ils furent payés, les professeurs reçurent 36 livres par an.

La dispute scolastique avait lieu une fois par semaine, généralement le samedi, sur un sujet fixé quelques jours à l'avance. Robert de Sorbon voulait que, dans ces disputes, on eût le souci d'aller aux choses, par delà les mots, et qu'on s'appliquât moins à amuser l'esprit qu'à éclairer les consciences.

Au xv^e^ siècle, plus des deux tiers des maîtres de théologie appartenaient à la Sorbonne. Au début du xvi^e^ siècle, on reconnaissait que la scolastique devait à la Sorbonne ses plus grands triomphes.

De la théologie proprement dite, la Sorbonne passa entre 1577 et 1625, à la philosophie grecque et aux cas de conscience. En 50 ans, elle créa 6 chaires nouvelles.

Robert de Sorbon avait du reste fondé (1271) le collège de Calvi, collège littéraire, appelé plus tard la petite Sorbonne, et dans lequel se recrutaient, comme dans un séminaire, les clercs admis notamment comme bénéficiaires à la Sorbonne.

Ajoutons que beaucoup des professeurs de Sorbonne étaient docteurs, non pas seulement en théologie, mais en droit, comme Robert, ou même en médecine.

L'humanisme et l'esprit de la Renaissance pénétrèrent, beaucoup plus qu'on ne l'a dit parfois, l'illustre maison. Et, jusque dans les repas qu'ils prenaient à la table commune, les Sorbonnistes devisaient de littérature profane.

Des écoles extérieures furents construites dès 1470, à l'angle de la rue de la Sorbonne et de la place de ce nom.

Dans l'étude de la théologie, la Sorbonne avait, dès avant le xvi^e^ siècle, conquis une telle autorité qu'on l'a parfois confondue et bien à tort avec la Faculté de Théologie.

C'est là une erreur fort répandue, dans laquelle sont tombés des hommes comme Luther, Pascal, Voltaire et, de nos jours, des maîtres éminents, mais distraits, que nous aurons l'élémentaire courtoisie de ne pas nommer, surtout ici où l'un des plus connus, a jadis enseigné, avec beaucoup d'éclat.

L'étude plus attentive des œuvres conservées dans la Bibliothèque de la Sorbonne ou ailleurs aurait pu convaincre ces hommes éminents de leur méprise.

Cette Bibliothèque, au demeurant, devint vite célèbre, très célèbre.

Robert de Sorbon en fut le fondateur : 39 manuscrits lui ayant appartenu, sont aujourd'hui à la Bibliothèque Nationale.

Dès 1290, la Bibliothèque avait 1.017 manuscrits dont quatre écrits en français : le premier catalogue est de 1290.

Elle ne cessa pas de s'accroître, surtout grâce aux dons et aux legs des Sorbonistes.

Dès la fin du xiii^e^ siècle, le local était trop petit pour tous les manuscrits.

Et, quand les livres imprimés s'ajoutèrent aux manuscrits, ce fut bien autre chose.

On sait, en effet, que les premières imprimeries parisiennes, furent installées, en 1470, à la Sorbonne, chez deux Professeurs : Jean de la Pierre, prieur, et Guillaume Fichet. Les imprimeurs étaient Michel Friburger de Colmar, et Ulrich Gering, de Constance.

Dès 1480, il fallut donc construire une bibliothèque nouvelle.

Cette bibliothèque fut placée dans la grande cour actuelle de la Sorbonne, au nord-est de la chapelle.

Elle était rectangulaire et entourée d'une galerie couverte, où l'on pouvait se promener et méditer sur les lectures faites. Deux salles : la grande avait 40 pas de long, 32 de large, 38 petites fenêtres à vitraux, où les portraits des donateurs étaient rassemblés.

Nul ne pénétrait dans la Bibliothèque s'il n'était Sorboniste ou accompagné d'un Sorboniste en robe et en bonnet carré. Le silence était prescrit et observé. Les domestiques restaient à la porte.

Il y avait au milieu de la salle 48 pupitres. Point de feu ni d'éclairage, de peur d'incendie. Les manuscrits et les livres étaient enchaînés.

On ne pouvait les consulter, la plume à la main, de peur de les maculer d'encre.

Le prêt cependant était autorisé, mais moyennant une caution double de l'ouvrage emprunté.

En somme, de 1257 au début du XVII^e^ siècle, le renom de la Sorbonne ne cessa de s'étendre. On l'appelait *famosissimum collegium* : il y avait 66 Sorbonistes à la mort de Sorbon (1274) et 240 au XVI^e^ siècle. Le revenu total, au début du XVII^e^ siècle était de 60.000 livres.

Du XIII^e^ au XVI^e^ siècle, plus de 50 collèges

Fig. 146.
Richelieu, proviseur de Sorbonne, d'après le tableau de Philippe de Champaigne, du Louvre (salle XIV).

furent fondés à son exemple pour les pauvres étudiants.

Beaucoup de ces collèges déclinèrent, tandis que la Sorbonne ne cessait de grandir.

Comme l'Université de Paris, elle était, à ses débuts, très accueillante aux étrangers. Et cela est d'autant plus remarquable, que la plupart des autres collèges n'admettaient que les gens de certaines provinces, de certains diocèses, de certaines villes.

Mais, pendant la guerre de cent ans, le patriotisme poussa la Sorbonne à se fermer aux étrangers : elle devint un collège national.

Elle y eut du mérite, car elle avait dû beaucoup des legs, dont elle vivait, à la générosité des étrangers. Elle préféra désormais rester plus pauvre pour rester plus française.

Ainsi préparée au cours de trois siècles par Robert de Sorbon et ses successeurs, la Sorbonne allait recevoir de son second fondateur, le cardinal-duc de Richelieu, un éclat nouveau.

Tout en gardant l'âme de la vieille Sorbonne de Robert, Richelieu voulut lui donner une enveloppe matérielle digne d'elle. Du cloître de Sorbon, il fit le Palais de Sorbonne.

Il y dépensa plus de deux millions de livres.

Richelieu était un Parisien de Paris — espèce rare —. Né le 9 septembre 1585, rue du Bouloi, n° 4, et non n° 2 (ce que vient de démontrer le connaisseur le plus savant de la topographie du vieux Paris, M. Maurice Dumolin).

Richelieu n'était pas un ancien Sorboniste : il avait été élevé au Collège de Navarre, rival, pour la théologie, de la Sorbonne.

Il n'accepta pas moins, en 1622 (il ne devint ministre qu'en avril 1624), le titre de Proviseur de Sorbonne, et cette qualité de Proviseur est encore inscrite en lettres d'or au fronton de la Sorbonne actuelle, du côté de la Cour.

Nous nous souvenons que ce titre était viager.

Dès lors, Richelieu se prit, pour la Sorbonne, d'une affection profonde et demanda à l'architecte Lemercier de la reconstruire. Les plans de Lemercier furent approuvés par Richelieu en 1627, tout juste trois cents ans avant l'an de grâce où nous vivons.

Quelles innovations ces plans apportèrent-ils aux constructions anciennes ?

1° L'emplacement des bâtiments resta sensiblement le même, au nord, à l'ouest, à l'est, mais il fut augmenté d'un tiers, du côté du sud, là où est aujourd'hui la Faculté des sciences, soit entre l'Eglise et la rue Cujas.

2° Toutes les constructions de la vieille Sorbonne, le collège Calvi, la maison des bénéficiaires, l'ancienne chapelle et une vingtaine de maisons furent démolies.

3° La rue des Poirées fut supprimée : c'est aujourd'hui le passage couvert menant de la place de la Sorbonne au lycée Louis-le-Grand. Les Pères Jésuites du Collège de Clermont ne purent obtenir le maintien de la rue des Poirées, si utile cependant pour les 2.000 ou 2.500 externes (et Jean-Baptiste Poquelin en faisait alors partie), qui, chaque jour, à 4 reprises, entraient dans leur collège ou en sortaient : des cris, une pluie de pierres, des pugilats, c'était le spectacle quotidien donné par les turbulents écoliers, les *Claromontani*, à la rue des Poirées, qu'assiégeaient aussi les revendeurs

de pommes, poires, châtaignes, pains d'épice (1).

La rue des Poirées n'en fut pas moins supprimée jusqu'en 1821.

5° Devant cette chapelle s'ouvrit, en 1634, la Place de la Sorbonne, agrandie en 1855. Le collège des 18 s'y trouvait : Richelieu le fit démolir, en 1639.

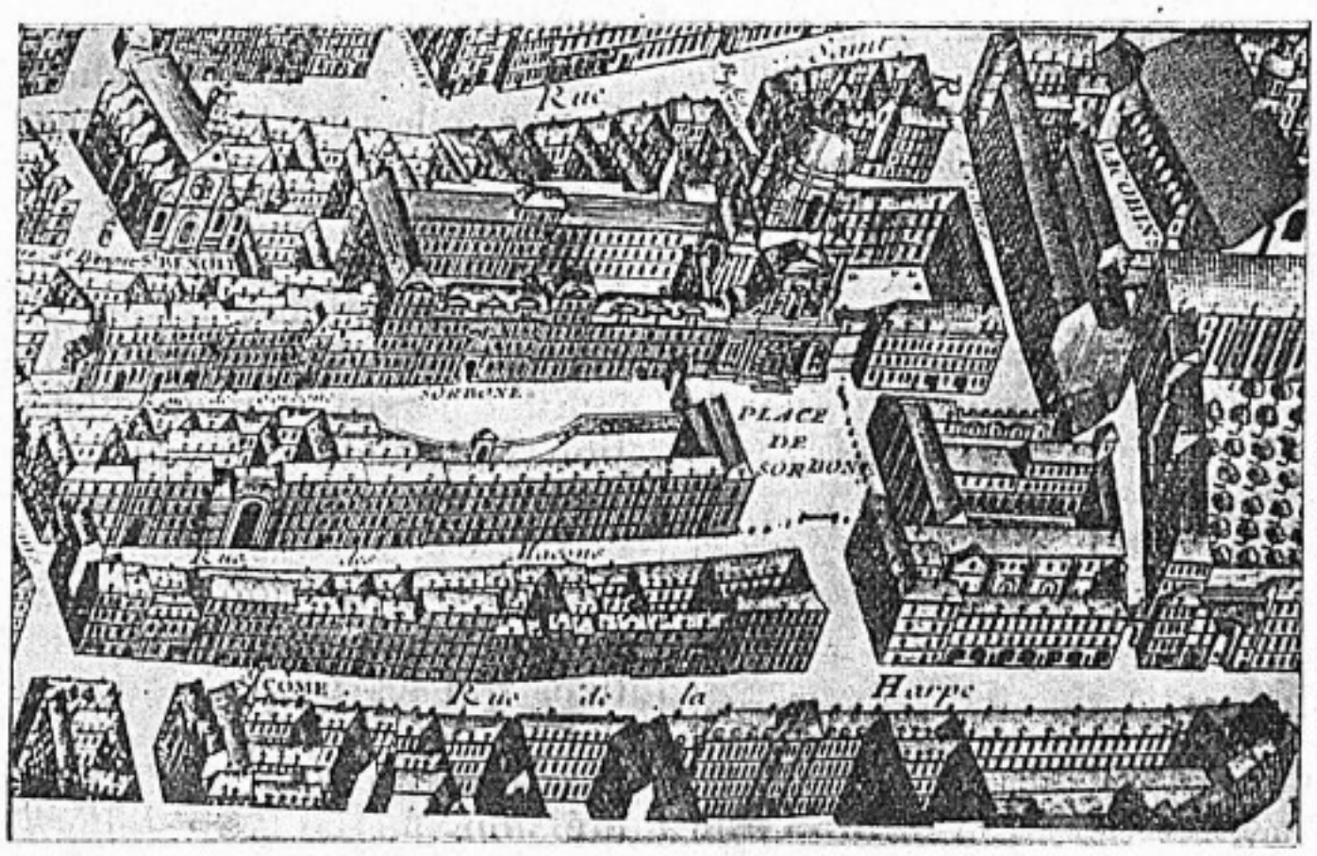


Fig. 147. — La Sorbonne et son voisinage, d'après le plan de Turgot (1739).

4° La nouvelle chapelle, commencée en 1635, se dressa, là où étaient jadis le Collège de Calvi et la maison des bénéficiaires.

Cette chapelle est aujourd'hui presque tout ce qui, dans la nouvelle Sorbonne, subsiste de la Sorbonne de Richelieu.

6° La rue de la Sorbonne, en face de l'entrée du Collège de Sorbonne, fut disposée en demi-lune.

7° Des jardins furent ménagés aux Sorbonnistes, sur l'emplacement actuel de la Faculté des Sciences, c'est-à-dire entre la chapelle et la rue Cujas (anciennement rue des Cordiers, rue des Grès et passage des Jacobins).

Un autre jardin fut conservé dans la partie

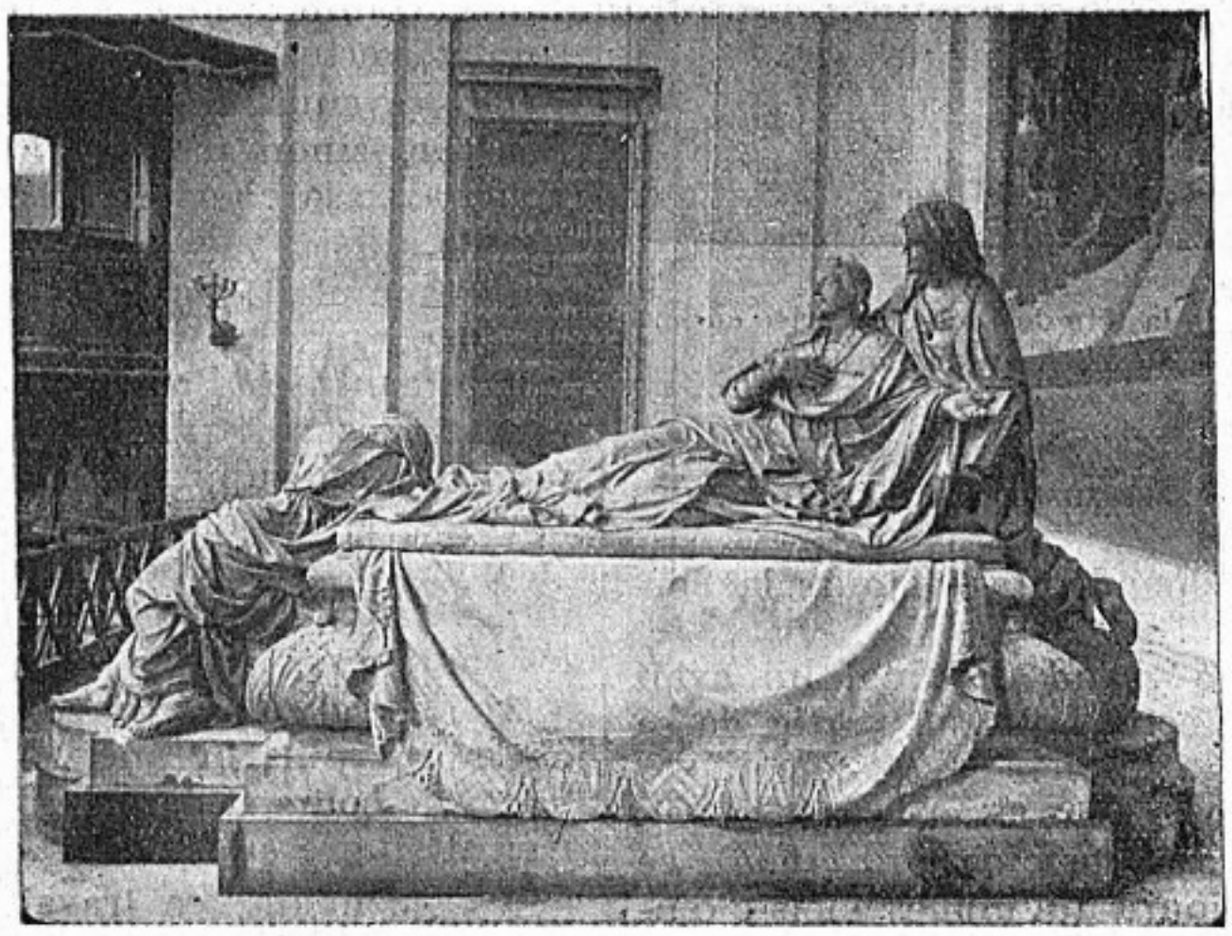


Fig. 148. — Le tombeau de Richelieu par Girardon. Eglise de la Sorbonne.

(1) G. Dupont-Ferrier, *Du collège de Clermont au lycée Louis-le-Grand*, t. I, 1921, p. 88-89, etc.

Est de la Sorbonne, du côté de la rue Saint-Jacques.

8° Enfin les bâtiments nouveaux furent élevés en quadrilatère irrégulier, dont deux côtés, comme aujourd'hui, rejoignaient la chapelle.

9° Quant aux Ecoles extérieures, elles furent ramenées par l'élargissement de la place de la Sorbonne, à l'angle de cette place et de la rue de la Sorbonne, juste en face de l'Ecole des Chartes actuelle. Au n° 6 de la place de la Sor-

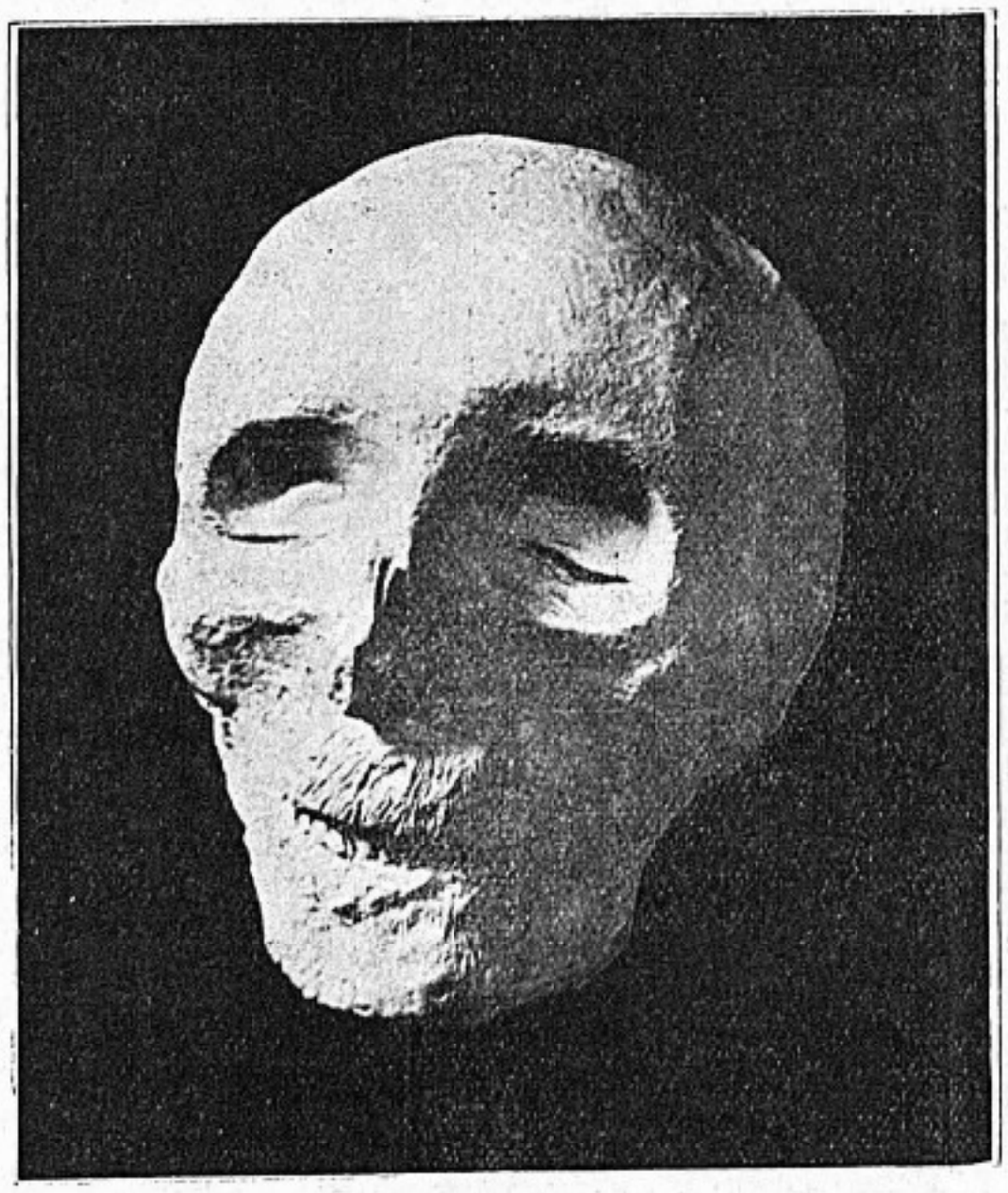


Fig. 149. — Photographie de la tête de Richelieu prise en 1895 lors de l'ouverture du tombeau du Cardinal.

bonne, il en subsiste des murs, des arcades, des fenêtres.

L'ombre de Richelieu hante toujours la Sorbonne.

De son vivant, le grand Cardinal lui avait donné toute son affection et une partie de sa fortune.

Il avait décidé que son tombeau serait-là. Girardon (1627-1715) exécuta plus tard (1694), ce tombeau. qui est aujourd'hui un des chefs-d'œuvre de la chapelle de la Sorbonne.

Le cercueil fut ouvert en 1793. La tête de Richelieu fut volée et emportée dans un petit village de Bretagne.

Victor Duruy l'en fit revenir, quand il fut ministre de l'Instruction Publique, et replacer dans le tombeau de Girardon.

Il y a quelque trente ans, M. Hanotaux, ministre des affaires étrangères, fit ouvrir, à son tour, le tombeau, et il put contempler les restes de ce grand Cardinal, dont il écrivait l'histoire.

Au XVII[e] siècle, (depuis 1652), les Ecoles extérieures de la Sorbonne s'appelaient écoles Richelieu.

Enfin la rue qui rattachait la Place de la Sorbonne à la rue de la Harpe portait le nom de Richelieu.

Le second fondateur de la Sorbonne n'avait pas voulu, en rebâtissant la glorieuse maison, que les traditions, remontant au premier fondateur, Robert de Sorbon, fussent altérées.

Elles persistèrent en effet : traditions d'affection fraternelle, de pauvreté acceptée, de travail et de modestie, répudiant toute ambition extérieure.

1° Cette affection fraternelle était maintenue par les repas pris en commun, par les entretiens qui les accompagnaient, les suivaient, et par le jeu de paume, auquel se livraient les Sorbonistes dans leur jardin, aux heures de récréation.

La cloche de leur chapelle sonnait les heures de la journée ; la cloche de Saint-Séverin sonnait le couvre-feu et le coucher.

Les anciens Sorbonistes, même fort loin de Paris, ne perdaient jamais l'occasion de rappeler à leur ancienne demeure qu'ils lui gardaient tout leur cœur.

2° La pauvreté joyeusement acceptée, continua, comme jadis, à être l'une de leurs plus solides vertus.

Les revenus de la maison avaient eu beau doubler, sinon tripler, ils parurent bien souvent, avec la cherté croissante de la vie, insuffisants.

On comptait, pour les accroître, sur la Providence, sur les libéralités des donateurs, et notamment des Proviseurs (après Richelieu, ce furent Mazarin, Fleury, etc.), et sur les économies ; on supprimait quelques plats au réfectoire, le feu dans les chambres et la Bibliothèque, l'éclairage des escaliers et des corridors, et l'on faisait durer les robes et les vieilles soutanes.

3° *Le travail assidu* se poursuivait dans des chambres plus ou moins salpêtrées, dans des salles de cours et dans la Bibliothèque, qui finit par atteindre plus de 30.000 volumes.

Et cependant, ce travail était aussi modeste qu'assidu. On est même surpris aujourd'hui que, parmi les 300 maîtres éminents que compta la Sorbonne, de 1300 à 1790, nul n'ait songé à publier les cours qu'il professait ou les livres qu'il méditait. Ces notes restaient manuscrites et demeuraient la propriété de la maison.

A Saint-Germain-des-Prés, et au Collège de Clermont, les Bénédictins et les Jésuites fon-

dèrent de véritables séminaires d'érudition, qui contribuèrent à la gloire commune.

Les Sorbonistes, depuis le XIV^e^ siècle, ne firent rien de tel. Fidèles au vœu de Robert de Sorbon, ils ne vécurent que pour leurs élèves.

Cela n'empêcha pas, du reste, plusieurs d'entre eux de conquérir leur place dans l'Histoire ; ainsi Turgot, qui fut prieur de Sorbonne en 1750 ; ainsi l'abbé Morellet (1727-1819), membre de l'Académie française, dont il sauva les Archives pendant la Terreur ; ainsi Loménie de Brienne, qui siégea, lui aussi, à l'Académie française et fut Archevêque de Toulouse, à ses moments perdus, et même ministre.

Ces trois hommes, nés la même année (1727), s'étaient trouvés ensemble à la Sorbonne.

Le vulgaire, confondait de nouveau, aux XVII^e^ et XVIII^e^ siècles, la Sorbonne et la Faculté de Théologie : ce qui continuait d'exaspérer la Faculté, autant que la Sorbonne. On disait à tort docteur en Sorbonne au lieu de dire docteur en théologie. La Faculté de Théologie déclarait qu'on n'avait pas plus le droit de dire docteur en Sorbonne que docteur en Navarre.

Ecoutons ce que nous dit un Mémoire pour la Faculté de Théologie, en 1725 (1) :

« Il ne faut pas confondre le Collège de Sorbonne avec la Faculté de Théologie, comme le fait le vulgaire, sous prétexte que la situation et la commodité des bâtiments de ce collège ont engagé la Faculté à y tenir ses assemblées ; pas plus qu'on ne confond l'Université avec le couvent des Pères Mathurins, parce qu'elle y convoque ses assemblées et qu'elle en date ses délibérations. *Il n'y a pas plus de docteur de Sorbonne qu'il n'y a de docteur de Navarre : il n'y a que des docteurs de la Faculté, élèves de la Maison de Sorbonne ou de la Maison de Navarre. La Sorbonne n'est qu'un collège ; le berceau de tous les collèges, c'est la Faculté...* »

(1) GRÉARD. *Adieux à la vieille Sorbonne* (1898), p. 154.

La persistance de cette sotte confusion entre l'un des Collèges de la Faculté et la Sorbonne avait été renforcée par deux causes nouvelles.

Depuis Henri III et ses successeurs, la Faculté eut à surveiller la publication des livres nouveaux, et ce furent longtemps les professeurs de la Sorbonne qui en furent chargés.

D'autre part, c'était dans la nouvelle Salle des actes de la Sorbonne que la Faculté avait pris l'habitude de se transporter, pour la soutenance des thèses de licence en théologie. Gondi et Bossuet s'assirent sur la sellette du candidat.

Cette soutenance était appelée la *Sorbonique*. « Le tout Paris » des théologiens s'y rendait. Les étrangers y accouraient. L'argumentation était sténographiée et publiée. Les dames s'y dissimulaient derrière des tentures, aux écoutes. C'est là que Manon Lescaut retrouva l'abbé des Grieux, qu'elle avait abandonné. Mais, ce jour-là, on assure que la Théologie dut se voiler la face.

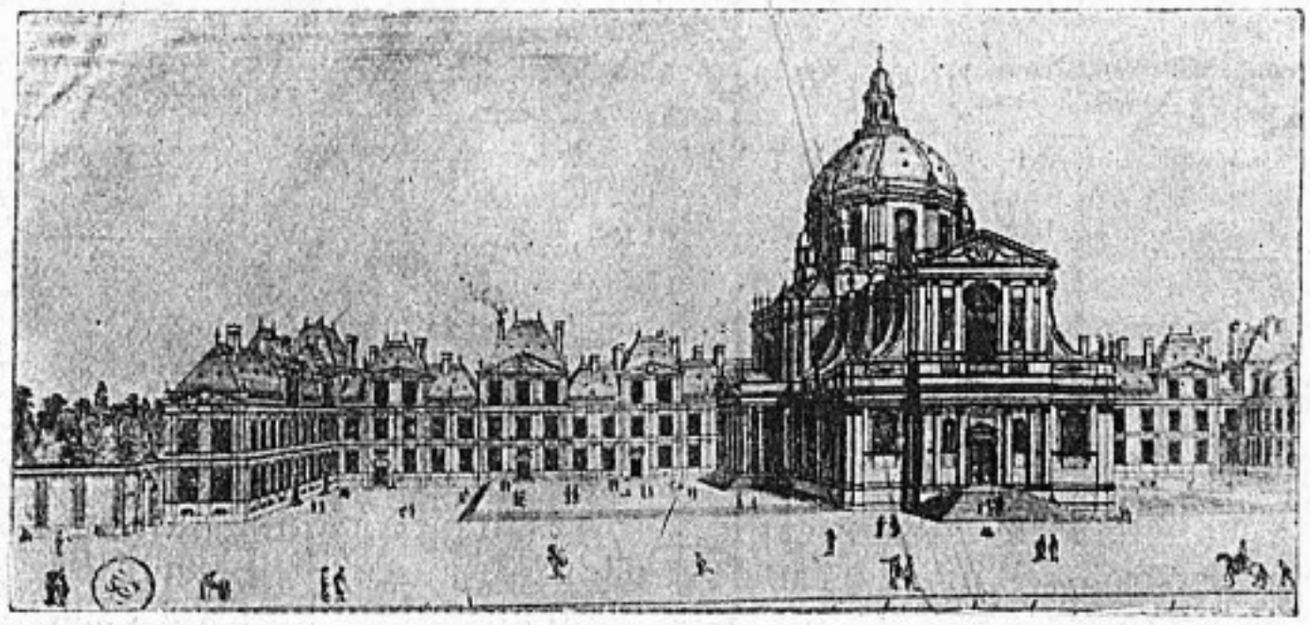


Fig. 150. — La Sorbonne de Richelieu : cour intérieure, XVII^e^ siècle.

Le spectacle — ou l'épreuve — de la thèse dite Sorbonique, ne durait pas moins d'une douzaine d'heures, car les juges se remplaçaient pour tendre des embûches au malheureux candidat en robe rouge, tête nue, devant une petite table.

A midi, on lui accordait tout juste un quart d'heure, pour s'alimenter à la course.

Il n'était pas rare qu'au sortir de cette torture, le nouveau licencié fût obligé de se mettre au lit.

Les thèses étaient parfois imprimées sur satin, et on assurait que certaines femmes, dont les maris avaient, en hommage, reçu ces travaux d'école, en utilisaient l'étoffe pour s'en faire des robes : ces robes, bien entendu, conservaient imprimées les différentes pages de la brochure, cela pour la plus grande joie des mauvais plaisants. L'une de ces dames s'asseyait avec empressement pour masquer, vous devinez où, le mot : *argumentabor*.

Confondre la Sorbonne avec la Faculté de Théologie était moins rare que confondre la Sorbonne avec l'Université.

Quand le Recteur voulut, en 1666, inspecter la Sorbonne, la Sorbonne refusa de lui ouvrir. Que les temps sont changés !...

Sans doute, le collège de Calvi, jusqu'à Richelieu et, depuis, le collège du Plessis, confiés à la direction de la Sorbonne, relevaient du Recteur ; et, de même, le collège des Quatre Nations, que Mazarin, son fondateur, avait confié aux Sorbonistes.

Mais ces collèges étaient une chose, et la Sorbonne en était une autre. Jusqu'à la fin de l'ancien régime, la Sorbonne réussit à maintenir son autonomie.

Elle consentait cependant à prêter à l'Université la Salle des Ecoles extérieures pour la distribution des prix du Concours général, fondé en 1746, par le chanoine Legendre.

Même vis-à-vis du Roi, la Sorbonne avait su garantir son indépendance. La monarchie absolue s'arrêtait donc au seuil de la Sorbonne.

La Sorbonne de Richelieu fut supprimée le 18 août 1792, huit jours après la chute de la Royauté.

Comment elle fit enfin retour à l'enseignement, en 1821, et quelle magnifique Renaissance elle a de nouveau connue depuis lors, je n'ai pas à le dire ici.

Du reste, j'alarmerais la modestie de quelques-uns de ceux qui me lisent.

Il nous suffira d'avoir suivi, dans sa prodigieuse croissance, la petite et pauvre hôtellerie de Robert de Sorbon jusqu'au moment où, sous le patronage de Richelieu, elle devint un des foyers d'où rayonna la pensée française, à travers le monde. Elle a été l'apôtre de la théologie d'abord, de toutes les sciences humaines ensuite. Elle a, par son exemple, enseigné le désintéressement et la pauvreté.

Elle a, dans sa doctrine, recherché passionnément la vérité. Dans le passé comme dans le présent, elle a travaillé au bon et grand renom de la France

G. Dupont-Ferrier,
Professeur à l'Ecole des Chartes.

Fig. 151. — Incendie à la Sorbonne à la fin du XVII^e siècle.

LA TECTONIQUE DU GRANITE

La tectonique des roches éruptives, des massifs granitiques et formations similaires, n'a pas obtenu, dans les recherches géologiques, la place de choix que lui assigne l'extension de ces roches à la surface du globe. Les géologues se sont surtout attachés à étudier la dynamique des masses rocheuses solides.

A la lisière d'un massif granitique, le géologue cède volontiers le pas au chimiste et au pétrographe. Ceux-ci, à l'aide des méthodes propres aux sciences qu'ils cultivent, déduisent, de la composition et de la texture des magmas solidifiés, des conclusions sur la genèse de ces roches, leur profondeur de consolidation, etc..., mais non sur le mode intrusif qui conditionne leurs caractères.

Les méthodes tectoniques, que nous allons décrire, marquent un progrès sensible dans cette voie. Elles tendent à rattacher étroitement les mouvements des magmas à des mouvements tectoniques. Dues en majeure partie au professeur Hans Cloos, de Bonn, elles jettent une clarté nouvelle sur la manière d'être et le rôle des masses rocheuses profondes.

Nous n'envisagerons, au cours de cette étude, ni le mode de formation des volcans, ni leurs relations avec le magma central du géoïde. Rappelons toutefois que la plupart des manifestations éruptives sont localisées dans les zones dérangées de l'écorce terrestre. Il existe une relation de cause à effet, entre le magmatisme et le volcanisme d'une part, les processus orogéniques d'autre part.

Ceci ne veut pas dire que l'activité tectonique maxima coïncide nécessairement avec les manifestations de l'activité magmatique. On observe même assez souvent que cette dernière se traduit plutôt au déclin de la phase tectonique, ou à l'occasion d'une réactivation du processus.

Les manifestations qui nous occuperont se rapportent surtout au mode d'intrusion de masses magmatiques, *contemporaines* de mouvements orogéniques et épirogéniques.

§ 1. — Structures orientées.

I. — Pour déterminer les caractères tectoniques *primitifs* des masses granitiques, il convient d'étudier ces caractères dans des massifs relativement *récents*, où nulle perturbation subséquente n'est venu les oblitérer. Dans les massifs anciens, la foliation d'un granite, par exemple, peut résulter de pressions et de dislocations, étagées dans le temps et subies par la roche postérieurement à sa consolidation. Les effets de dislocations successives interfèrent ou se superposent ; ils retouchent les caractères primitifs. Ce sont donc surtout des massifs hercyniens allemands, de structure plus simple que les massifs granitiques antérieurs, que le professeur Cloos a le plus étudiés.

II. — Sitôt qu'on aborde un massif granitique, deux faits retiennent l'attention. Le granite est parcouru par des cassures et joints, généralement disposés en damier, et dont l'orientation est bien déterminée. Dans les carrières, d'autre part, la roche se débite suivant ces cassures, ou suivant des directions parallèles artificiellement produites par les carriers.

Cassures et fentes sont généralement envisagées comme le résultat de contractions, dont la masse granitique est le siège au cours du refroidissement, ou de pressions subies par le granite consolidé. Le mérite du professeur Cloos est d'avoir montré que la *déterminante* essentielle des structures développées n'est autre que la *pression* subie par le magma intrusif. Dans son mouvement vers la surface, le granite se comporte comme une *masse fluide*, actionnée par une pression tectonique venue de l'arrière. De nature encore hypothétique, cette pression se manifeste par les structures imprimées au granite, au cours du passage de l'état visqueux à l'état cristallin final. Les dites structures sont souvent nettement reconnaissables.

Une fois connue, *l'orientation* de la *pression* dominante permet d'indiquer le sens d'écoulement du fluide, de déterminer les relations de la masse intrusive et de ses parois, suivant les trois dimensions.

Cela revient à considérer le mécanisme des intrusions éruptives comme un *cas extrême* de la tectonique — une tectonique affectant des matériaux *essentiellement mobiles* et *déformables*, dont les caractéristiques, constantes et nettement *orientées*, sont intimement associées aux phases orogéniques, et peut-être partiellement conditionnées par elles.

Ainsi une pression, même peu élevée, peut développer, dans des matériaux essentiellement mobiles et doués de qualités réactionnelles peu communes, les mêmes structures tectoniques qu'une pression élevée développe dans les assises sédimentaires normales.

III. — Quelles sont donc ces structures ?

Dans l'écorce même, le granite, sous l'emprise d'une pression latérale, tend à s'allonger dans une direction normale à cette pression même, ainsi que les fragments de roches étrangères qui y sont enclavés. L'action de la pression s'exerce encore au cours de la consolidation et détermine le sens d'écoulement du magma granitique.

Si l'on observe sur le terrain le sens d'*élongation* des matériaux du granite, on constate que certains d'entre eux, par exemple les paillettes de mica, se développent fréquemment dans une direction déterminée ; les feldspaths orientent leur plus grande dimension parallèlement à celle des paillettes de mica. Ces minéraux se comportent, par rapport aux lignes d'écoulement du magma, comme le feraient des brindilles, emportées par une rivière, par rapport aux filets liquides. Il en résulte une manière de foliation, allongée normalement à la pression la plus élevée, comme le fait se produit ailleurs pour les sédiments plissés.

Reportées sur une carte, ces orientations s'avèrent remarquablement *uniformes* et indiquent le sens d'écoulement du magma lui-même. Ainsi, le professeur Cloos a montré, à propos d'un granite de Silésie, que pour une orientation nord de l'élongation, les inclinaisons des éléments micacés, respectivement sur les faces orientale et occidentale du culot granitique, étaient, elles aussi, est et ouest. Par contre, dans la partie médiane de la masse intrusive, les éléments micacés étaient horizontaux. Ces inclinaisons présentaient donc, en grand, une disposition anticlinale, correspondant à celle d'un dôme allongé. Une comparaison permet de mieux saisir le mécanisme du

phénomène. Si l'on assimile les éléments orientés d'un granite aux fibres d'un arbre couché, la foliation correspond, pour le carrier, au fil du bois pour le menuisier. C'est dans le sens de ces pseudo-fibres que le granite se fend le plus aisément. On remarque aussi que les plans de séparation ainsi obtenus sont brillants. Normalement à cette direction, les surfaces des cassures sont esquilleuses et ternes — comme le seraient celles du bois, dans les mêmes conditions

La fissilité du granite, c'est-à-dire la facilité avec laquelle il se débite dans des directions déterminées, est donc l'*expression mécanique* d'une élongation — parfois latente — des constituants de la roche, d'une structure imposée, à la masse fluide en voie de consolidation, par l'action d'une *pression orientée*.

Dans les massifs granitiques où la foliation est obscure, cette règle permet de prévoir que la direction de débit la plus aisée accuse l'orientation de la pression correspondante.

Chacun sait que certains granites montrent une structure rubannée. Ces bandes, de composition minéralogique spéciale, sont souvent formées de micas sombres. Parfois disposées suivant la schistosité, elles rappellent les ségrégations de certains gîtes sulfurés encaissés dans les roches basiques. Les Allemands désignent ces bandes par un mot expressif, mais intraduisible : les « *schlieren* ». Ces schlieren décèlent un mouvement fluidal de la matière, c'est-à-dire les traînées d'écoulement du granite.

D'autres éléments, — tels les fragments de roches encaissantes, arrachés aux parois par le fluide en mouvement — s'orientent également dans la masse en voie de refroidissement.

La disposition des schlieren et xénolithes est parfois obscure. Par contre, au cours de l'introduction du granite dans ses limites solides, s'observent des caractères bien définis. Au *contact* de la masse fluidale et de son enveloppe solide, se produit une pénétration de la masse fondue dans les fissures ou les plans de schistosités des roches encaissantes. Il s'y développe des digitations : filons et apophyses.

En résumé : le mouvement ascensionnel et intrusif du granite laisse des traces nettement *orientées* et *mesurables*. Celles-ci permettent de déterminer mathématiquement le mode dynamique de l'intrusion et sa cause mécanique (d'après la nature et le sens des structures développées). En reliant sur une carte les points de mêmes caractéristiques, on obtient un ensemble de courbes, qui rappellent beaucoup les isothermes d'une planisphère. Les maxima localisent les points d'ascension ; les minima, les points de déversement latéral de la matière.

Il est remarquable que ces données tectoniques nouvelles confirment des résultats antérieurement obtenus, par une voie différente.

IV. — Les structures décrites sont *antérieures* à la consolidation du magma. La formation de joints et cassures date, au contraire, de cette consolidation.

Il n'est pas une région granitique qui soit exempte de cassures planes, divisant la roche en blocs naturels. Cloos a montré que ces cassures sont en relation étroite avec la pression régnant au moment de la consolidation ; leur formation est provoquée et conditionnée par elle. — Autrement dit, ces cassures apparaissent comme le *prolongement* même de la foliation. Foliation et cassures sont les effets d'une même cause — la pression — mais dont les modalités d'action diffèrent. Alors que la pression allonge latéralement les matériaux plastiques, elle rompt les matériaux tenaces.

Les cassures transversales, de même orientation que la poussée dominante, comportent souvent un remplissage secondaire : filons pegmatitiques, aplitiques ou simplement quartzeux ; dykes diabasiques issus d'une différenciation tardive. Venus des profondeurs du foyer magmatique, les matériaux du remplissage ont envahi les cassures, *après* la consolidation de la roche granitique, et les ont occupées. Dans l'espace compris entre deux filons de l'espèce, il existe généralement d'autres fissures moins accusées, mais également liées, au point de vue de leur genèse et de leur âge, à la consolidation du granite. Des minéraux typiques les tapissent souvent : strigovite (variété de chlorite), quartz et feldspath, minces couches limoniteuses et films de manganèse.

La présence et la nature des minéraux de remplissage indiquent que ces cassures, formées à l'époque de la consolidation du granite, et primitivement *béantes*, ont, plus tard, servi de chenaux d'accès aux solutions magmatiques différenciées et aux solutions bathydriques minéralisantes.

Par contre, les cassures longitudinales, normales aux précédentes et à la direction de la pression, c'est-à-dire parallèles à l'élongation et aux courants d'écoulement du magma, sont *closes*. Ici, le manque de remplissage filonien et de minéralisation montre que ces fissures, fermées durant la consolidation du granite, le restèrent dans la suite.

Ajoutons que les plans des joints transversaux, théoriquement normaux à la foliation, font souvent avec elle un certain angle. Car, ici, la gravité des couches surincombantes inhomogènes intervient par l'une de ses composantes, de grandeur variable.

En résumé : Dans un massif granitique, les indices directs ou indirects des mouvements subis par le magma se classent comme suit :

Phases magmatiques	Structures orientées
Phase fluide du granite	Contacts xénolithes schlieren
Phase visqueuse	Foliation
Phases de consolidation ou postérieures	Cassures longitadinales aux parois striées ou non Cassures transversales filoniennes Fiss lité (divisibilité)

§ II. — Résultats pratiques.

I. — La tectonique du granite se propose de déterminer le mode intrusif de la masse fluide et la manière dont elle a occupé son gisement actuel, à l'aide des structures qui lui furent imprimées au cours (caractères pétrographiques) ou après sa consolidation (caractères tectoniques).

Cela revient à déduire, de l'étude anatomique des organes d'un cadavre, la biologie de l'être vivant.

Il s'agit ici d'observations effectuées sur le terrain, à l'aide de la boussole et du clinomètre, d'études effectuées sans l'aide du microscope. A ce sujet, le mot « *microtectonique* », employé par Cloos et ses élèves, prête malheureusement à confusion. Il indique, certes, que leurs déductions tectoniques s'appuient sur plusieurs milliers d'observations de détail minutieusement enregistrées, mais fait supposer l'utilisation du microscope comme moyen d'investigation. Aussi n'est-il pas inutile de préciser ici que les manifestations étudiées ne sont en rien comparables aux structures reconnues dans les schistes cristallins. Pratiquement, la tectonique post-plutonienne, la cataclase, la cristalloblastèse n'interviennent pas ici.

L'objectivité d'une théorie dépendant évidemment des méthodes usitées, on s'explique donc certaines oppositions véhémentes aux idées de Cloos (B. Sander,...) et la méconnaissance profonde de leur valeur par divers savants réputés.

La série des actions qui, d'après les déductions théoriques de Ampferer, caractérisent les masses profondes, se rencontrent donc dans les massifs granitiques : ce sont des *mouvements plastiques* et fluidaux, effectués *sans rupture*, mais en relation étroite avec les mouvements imprimés aux masses encaissantes — les uns et les autres étant, d'ailleurs, *mesurables* et *d'intensités comparables*.

Il existe également de bonnes raisons de dire que le mouvement subi modifie la composition des magmas. C'est le cas, notamment, au Riesengebirge, où s'avèrent des relations marquées entre la tectonique des magmas et leur différenciation. Si bien que la différenciation du magma s'est vraisemblablement effectuée au cours du mouvement ascensionnel ; peut-être est-elle provoquée par le mouvement lui-même.

II. — La tectonique du magma permet de déterminer si une intrusion est *discordante* ou *concordante*, c'est-à-dire si elle recoupe obliquement les structures des roches encaissantes (1) — [batholithes (2)] — ou si ses caractères structuraux correspondent à ceux de la paroi [laccolithes (3) et sills (4)].

Cloos a montré à ce sujet que nombre de massifs, réputés batholithes, doivent être considérés au contraire comme des laccolithes ou des sills. Ceci ne veut pas dire que le type concordant corresponde au cas général, mais souligne la nécessité de distinguer nettement entre les deux types d'intrusions. L'avantage des méthodes de Cloos consiste donc à substituer à l'étude impossible des masses profondes, un ensemble de données recueillies aux affleurements, dans les carrières, dans les mines — données permettant d'analyser en détail les mouvements de la masse intrusive et ses relations avec les couches encaissantes ou surincombantes.

III. — Cherche-t-on à localiser des gîtes géodynamiques, tels les filons minéraux et métallifères, fréquemment associés au granite ? Ici encore, la tectonique du granite facilite grandement la tâche.

Nous avons indiqué plus haut que seules les cassures transversales sont minéralisées. On sait également que l'intrusion d'un magma provo-

(1) Ceci, dans les grandes lignes. Cloos a décrit (3° de la bibliographie) des massifs qui ont les caractères des batholites, mais dont le mode intensif est laccolithique.

(2) Un batholithe est une grande massive intrusive, sans base observable en profondeur et consolidée loin de la surface. La masse magmatique traverse les couches non volcaniques encaissantes sans égard à leur structure. Il semble que la dite intrusion détruit tout obstacle opposé à son ascension. Les sections horizontales successives de la masse sont analogues à celle que l'on observe en surface.

(3) Laccolithe = masse intrusive s'élevant dans l'écorce par un canal souvent étroit et s'extravasant ensuite entre les couches qu'elle incurve en dôme.

(4) Sill = filon couche de fortes dimensions.

que une structure en dôme des couches, dans la zone envahie ; les cassures principales d'une région sont en relation étroite avec ce bombement.

Le dôme présente-t-il une disposition asymétrique, c'est dans la partie la plus incurvée du dôme — c'est-à-dire, de rayon le plus faible — que les cassures radiales sont le plus nombreuses, le plus régulières, le plus largement ouvertes. La tectonique du granite fournit donc, au prospecteur, de précieuses indications sur la répartition et la nature des cassures, dans la région qu'il explore.

Quant aux filons obliques au sens d'écoulement du magma, aux failles et chevauchements qui s'y rattachent, leur haut degré de régularité s'accuse dès le début des recherches sur le terrain. De fait, une fois les relations locales déterminées, il devient possible de prévoir, en maintes circonstances, la localisation, le tracé et même l'inclinaison de filons non découverts encore. Les mesures effectuées par Cloos et ses assistants prouvent, en effet, que dans des limites étendues la direction d'un filon est fonction de son inclinaison ; pratiquement ces valeurs se déduisent l'une de l'autre.

Nombre d'intrusions granitiques reposent, en profondeur, sur des roches plus anciennes (types laccolithes et sills). Cette observation n'est pas sans importance pour le mineur. Un exemple typique : dans les mines de graphite de la Bavière méridionale, les travaux de recherches, après avoir atteint, puis dépassé le granite, ont rencontré, dans les couches sous-jacentes, des dépôts graphiteux exploitables. Il n'est pas de gîtes minéraux pour lesquels, théoriquement, le même cas ne puisse se présenter — que la minéralisation soit antérieure à l'intrusion granitique ou qu'elle lui soit génétiquement associée.

René van Aubel,

Géologue au service des mines du Katanga.

Bibliographie

I. — H. Cloos. Der mechanismus tiefvulkanischer Vorgänge, collection Vieweg, n° 57. Berlin, 1921.

II. — H. Cloos. Das Batholithenproblem, Berlin, Borntraeger, 1923.

III. — H. Cloos. Was liegt unter der granit, Die Wissenschaften, Berlin, 1923, fasc. 1.

IV. — H. Cloos. Granitgeologie und Lagerstätten, Stahl und Eisen, Dusseldorf, 1924, n° 4.

V. — H. Cloos. Tektonischer Behandlung magmatischer Erscheinungen (Granittektonik), t. I. Das Riesengebirge, Berlin, Borntraeger 1925.

VI. — V. Bubnoff. Die methode der Granitmessung, Geol. Rundschau, vol. 13, 1922, fasc. 2, p. 151.

LES ROUTES MARITIMES

Le problème des routes dans l'ancienne marine.

Du temps de la marine à voiles, le résultat le plus immédiat, et le plus important au point de vue pratique, à tirer des observations météorologiques consistait dans la détermination des routes à suivre pour faire les traversées les plus courtes. Pour le voilier, dont les seuls moyens de progression sont les courants aériens, la ligne la plus directe et la plus courte entre le point de départ et le point d'arrivée est souvent en réalité la route la plus longue à parcourir sur la carte. La traversée effectivement la plus courte sera celle qui passera par des régions où les vents seront favorables, tout en s'écartant le moins possible de la route directe.

Pendant longtemps, les recherches de ce genre furent confuses et désordonnées, et les navigateurs se transmettaient des règles empiriques, qu'ils suivaient avec routine, sans essayer d'y introduire des modifications basées sur l'étude comparative des données de l'expérience.

Le véritable initiateur de recherches précises fut le Français Charles Romme, qui, en 1806, écrivait : « L'histoire et la théorie des grands mouvements de l'atmosphère et des mers, si elles étaient portées au degré de perfection qu'elles auront peut-être un jour, serviraient à diriger les routes des navigateurs et à leur indiquer les époques auxquelles avec plus de sûreté ils pourraient parcourir les divers parages du globe ». Charles Romme a publié un *Tableau des vents, Marées et courants du globe*, qui fixe l'état des connaissances à son époque, et dont la lecture, même aujourd'hui, n'est pas dénuée d'intérêt.

Les travaux de Maury.

Vers 1840, le lieutenant de vaisseau Maury, de la Marine Américaine, eut l'idée de coordonner toutes les observations météorologiques éparses dans les journaux de bord. Pour grouper les observations, il partage les Océans en carrés de 5 degrés de côté ; sur le même carré, il marque toutes les observations du vent faites sur cette région à une même époque de l'année. Afin de représenter sur des cartes les résultats de ce dépouillement, Maury adopta le dispositif suivant, qui n'est pas très simple, comme on va le voir :

Dans chaque carré, comprenant une zône de 5 degrés de longitude sur 5 degrés de latitude, sont tracées 5 circonférences concentriques, ce qui forme un cercle au milieu de 4 anneaux:

Le cercle médian est destiné à l'inscription des calmes. Deux lignes perpendiculaires le partagent en quatre parties affectées chacune à une saison. Dans chaque partie sont inscrits des chiffres indiquant le nombre d'observations des calmes faits dans chaque mois de cette saison. Les anneaux sont partagés par 16 rayons partant du centre en 16 secteurs égaux, qui correspondent aux 16 aires de vent principales, N, NNE, NE, etc. Chaque anneau est affecté à une saison de l'année. Dans chaque compartiment, sont inscrits les nombres d'observations correspondants.

Aux quatre coins du carré, en dehors des cercles, sont inscrits les nombres totaux d'observations de vent de toutes les directions, faites dans chaque saison.

L'importance et l'utilité immédiate de ces cartes sont évidentes : elles indiquent les vents qu'on aura le plus de chances de rencontrer, à chaque époque de l'année, dans chaque région de l'Océan ; par conséquent, les zônes où l'on trouvera les vents les plus favorables pour une traversée déterminée, les routes que l'on devra suivre, l'époque à laquelle les voyages se feront le plus rapidement.

Durée des traversées.

Maury a complété ses cartes de vents par une classification des traversées, afin de connaître expérimentalement quelles sont, parmi les routes faites, celles qui ont été les plus favorables pour se rendre d'un point à un autre.

Maury commença par étudier la route des Etats-Unis à l'Equateur, route d'autant plus importante qu'elle était commune à tous les navires se rendant des Etats-Unis à l'Hémisphère Austral, que leur destination définitive fût le Pacifique, la Mer des Indes ou l'Atlantique. Ses recherches lui permirent bientôt d'indiquer une route bien plus avantageuse que celle suivie jusqu'alors. De 41 jours, cette traversée fut, du premier coup, ramenée à 24 jours ; elle fut ensuite faite en 20 jours, puis en 18. C'était un gain de 50 pour 100.

La traversée des Etats-Unis en Californie exigeait, en moyenne, plus de 180 jours. En suivant les conseils de Maury, elle fut ramenée d'abord à 135 jours, puis à 100 jours.

L'exemple le plus remarquable fut fourni par la traversée d'Australie. D'Angleterre à Sydney, un navire, guidé par les anciennes instructions, ne mettait pas moins de 125 jours, en doublant le cap Horn. Le retour était à peu près d'une durée égale, en sorte que le voyage total durait environ 250 jours. Maury montra qu'il y aurait un immense avantage à faire du voyage d'Australie un vrai voyage de circumnavigation, en passant d'abord par le cap de Bonne-Espérance, pour revenir par le cap Horn. L'ensemble des deux traversées s'effectuerait, disait-il, en 130 jours au lieu de 250. Ses prédictions ont été dépassées, et là encore, on a gagné 50 pour 100.

A la suite de ces brillants résultats, un congrès international, réuni à Bruxelles, en 1853, arrêta un plan uniforme d'observations, grâce auquel la météorologie nautique fit en quelques années d'immenses progrès. On publia, dans tous les pays maritimes, des cartes de routes. Les instructions nautiques de Maury (Sailing Directions) furent traduites dans toutes les langues, et tous les navigateurs compulsaient ses « Tableaux de croisement » (crossing), qui indiquaient les points successifs où les routes recommandées coupaient un certain nombre de parallèles et de méridiens (espacés généralement de 5 en 5 degrés) et les temps employés à aller de l'un à l'autre.

On a calculé, vers 1870, que l'économie réalisée à la suite des travaux de Maury dépassait 100 millions de francs par an, pour l'ensemble des marines. Ce n'était pas à l'époque une somme négligeable, et jamais les études météorologiques n'avaient eu un rendement aussi magnifique.

Les cartes de Brault. — Les pilot charts.

Le grand succès des cartes de Maury ne fut certes pas dû à leur disposition ingénieuse. A vrai dire, l'agglomération de chiffres, qu'elles comportent, est fort incommode et il faut une grande habitude pour lire couramment ces cartes.

L'Amirauté anglaise les a traduites la première sous une forme géométrique plus parlante à l'œil, et, à son exemple, les Hollandais et les Français adoptèrent un dispositif analogue. On a divisé le nombre des vents observés dans chaque rhumb par le nombre total des vents de toutes les directions, y compris les calmes. Puis, autour d'un cercle de rayon constant, tracé au centre du carré, on a tiré 16 lignes correspondant aux 16 rhumbs, et sur ces lignes on a porté, à partir du cercle intérieur, des longueurs proportionnelles aux rapports obtenus. Ces longueurs sont seules conservées sur les cartes.

La force du vent manque dans toutes les cartes de Maury, ainsi que dans les premières cartes des vents qui en dérivent. Les cartes des vents modernes comblent cette lacune. Les plus connus de ces documents sont actuellement les suivants :

1° *Les Pilot Charts*, publiés pour toutes les mers du globe, mensuellement ou trimestriellement, par le Weather Bureau de Washington. Au milieu de chaque carré de 5 degrés, il y a une petite rose au centre de laquelle aboutissent

des flèches dont la direction indique les vents dominants. La longueur de chaque flèche, rapportée à une échelle existant à l'angle de la carte, donne le pourcentage de la fréquence de chaque direction. Le nombre des barbules des flèches est égal à la force moyenne du vent d'après l'échelle de Beaufort (1).

Le pourcentage des calmes est indiqué par un chiffre inscrit au centre de la rose ; le pourcentage des tempêtes par un chiffre extérieur à la rose.

2° Les cartes françaises, dessinées par le lieutenant de vaisseau Brault, se rapportent aussi à tous les Océans. Quoique ces documents soient déjà anciens, ils sont les plus complets que l'on possède sur le régime des vents. Les roses des vents ne donnent pas simplement pour chaque direction la vitesse moyenne, mais, par des différences d'épaisseur ou de forme du trait, le nombre des vents faibles, modérés, des tempêtes, etc. Le pourcentage des calmes est indiqué par des cercles plus ou moins grands tracés au centre de la rose. Le nombre inscrit au centre de la rose des vents est le nombre d'observations ayant servi à la construction de cette rose. Les droites qui indiquent la direction les vents sont inverses dans les Pilot Charts et dans les cartes de Brault, car dans celles-ci, comme dans les premières cartes françaises, elles sont tracées sous le vent.

3° Nous citerons aussi les cartes des vents de l'Atlantique-Nord, de l'Océan Indien et de la Méditerranée publiées par le Meteorogical Office de Londres, et les beaux atlas d'observations météorologiques sur l'Océan Indien et l'Océan Atlantique, de l'Institut météorologique hollandais.

Le problème des routes maritimes sous son aspect moderne.

Les travaux de Maury et de ses continuateurs immédiats ont été faits pour le bénéfice des bateaux à voiles, et leur intérêt est aujourd'hui beaucoup moins grand qu'il y a soixante ans. Toutefois, ils ont encore des applications.

D'abord, parce que, les voiliers n'ont pas disparu. Si, sur les grandes routes d'Europe vers les deux Amériques ou vers l'Extrême-Orient par le Canal de Suez, ce sont les puissants paquebots et les cargos à vapeur qui dominent, au contraire, pour aller et venir d'Europe vers l'au-delà du cap Horn et du cap de Bonne-Espérance, une grande route de voiliers se maintient toujours. Pendant ces traversées, en effet, le voilier utilise, sur une quarantaine de degrés de latitude, les vents réguliers par excellence, les *alizés*, dans lesquels, la mâture une fois établie, on peut faire route dans la même direction pendant des jours et des jours. Dans l'Océan Austral, il rencontre les *braves vents d'Ouest* presqu'aussi constants que les alizés. Le voilier moderne arrive même, dans ces conditions, à faire des vitesses presqu'égales à celles des cargos ordinaires, c'est-à-dire 7 à 8 noeuds. Le bateau à voiles, avec son moteur qui ne coûte rien, son équipage réduit et l'utilisation de presque tout son tonnage pour la cargaison, conservera pendant longtemps, sur ces routes-là, des avantages appréciables.

Les petits cargos à faible puissance ont souvent intérêt, sinon à suivre exactement les routes des voiliers, du moins à rechercher les régions où les vents ne leur sont pas trop défavorables ; car, vent et mer debout, ces petits navires perdent une partie de leur vitesse et brûlent leur charbon pour rien. On démontre facilement qu'un navire qui file 9 nœuds, et dont la vitesse sur la route directe serait réduite à 6 nœuds par les vents et la mer contraires (réduction qui n'a rien d'extraordinaire pour un petit navire) pourrait, sans perdre de temps sur un parcours de 10 jours (1.440 milles) s'écarter de la route directe jusqu'à 700 milles, s'il devait sur cette nouvelle route retrouver une vitesse de 9 nœuds. Les cartes des vents pourront donc être encore utiles à cette classe de navires.

Une invention récente a ramené l'attention sur l'importance des cartes des vents. On sait qu'à tort ou à raison, seule l'expérience permettra d'en décider, on fonde de grands espoirs sur l'application à la navigation du principe de Magnus, et Flettner a réalisé en Allemagne, d'après ce principe, un navire à rotor qui aurait donné des résultats encourageants.

A la suite de ces premières expériences, on pouvait lire dans le Lloyd Français du 10 janvier 1925, sous la signature autorisée de G. la Roerie : « Afin de se prononcer utilement sur l'intérêt de cette invention, il faudrait posséder un tableau complet des vitesses obtenues à toutes les allures, avec toutes les forces du vent. Alors en se reportant aux cartes de Brault et aux Pilot Charts on verrait quelle vitesse moyenne de route un navire à rotor peut espérer sur tel itinéraire commercial et si c'est pratiquement intéressant ». Voilà donc les cartes des vents revenues d'actualité.

Mais, en dehors de ces cas particuliers, on peut dire que les navires à vapeur modernes se soucient assez peu, pour choisir leurs routes, des travaux de Maury ou de ses successeurs, et, je ne pense pas que l'on passe beaucoup de temps, dans les différentes écoles navales, à apprendre aux futurs navigateurs à utiliser les cartes des vents pour les besoins de la naviga-

(1) L'échelle de Beaufort, qui va de zéro (calme) à 12 (tempête) est universellement adoptée pour noter la vitesse du vent. En multipliant par 2 les nombres de l'échelle de Beaufort, on a très approximativement la vitesse du vent en mètres à la seconde.

tion. Les Services Hydrographiques ne rééditent plus les « *Routiers* », qui étaient les livres de chevet de nos pères.

Pour un navire rapide, en effet, les documents statistiques d'éléments aussi variables que le vent ne présentent pas un grand intérêt. Il passe trop vite dans les carrés successifs de la carte pour que ses propres observations puissent dans l'ensemble, se rapprocher du résultat des statistiques. Il n'observe qu'un cas particulier et il faut une centaine ou un millier de traversées pour réaliser la statistique. Que nous importe de savoir que nous traversons une région où le vent est 70 fois sur 100 favorable, si justement au moment où nous y passons ce vent favorable ne souffle pas. Le problème que nous avons intérêt à résoudre est le suivant : Avons-nous aujourd'hui avantage, pour aller par exemple, d'Europe à New-York, à nous écarter de la route directe dans le Nord ou dans le Sud ? Et c'est là un problème de prévision du temps, et même de prévision du temps à assez longue échéance, car une traversée dure plusieurs jours. S'il s'agit d'un voyage isolé, d'un exercice ou d'opérations à la mer qui nécessitent un temps maniable, nous aurons à résoudre un problème analogue pour décider de l'époque favorable, choisir la région qui convient, et donner l'ordre de départ (1).

Les types de temps.

En attendant que le problème de la prévision du temps à brève et à longue échéance soit résolu, pour répondre, au moins approximativement, à la question posée, nous faisons appel à la notion du type de temps, que les observations météorologiques simultanées permettent de définir.

Lorsque l'on étudie la suite des phénomènes météorologiques dans les régions tempérées, on ne peut manquer d'être frappé du fait suivant : Bien que le temps soit très variable d'un jour à l'autre, il arrive très fréquemment que des périodes assez longues présentent un caractère particulier : des mauvais temps se succèdent pendant des semaines, tandis qu'il fait beau pendant une suite d'autres semaines. Ces caractères de temps se traduisent par des dispositions barométriques différentes, révélées par les cartes météorologiques synoptiques.

L'examen des cartes synoptiques successives permet de déterminer comment évoluent ces situations barométriques, comment elles s'enchaînent entre elles, comment les isobares passent d'une forme à une autre. Beaucoup de cartes sans présenter entre elles une ressemblance absolue, ont comme un air de famille. Et lorsqu'on cherche à classer ces cartes suivant cet air de famille, on constate que c'est surtout la position des anticyclones qui donne à une carte son caractère, autrement dit qui caractérise ce qu'on appelle les *types de temps*.

Le météorologiste français Teisserenc de Bort, à qui l'on doit les premières recherches dans cet ordre d'idées, a donné à ces anticyclones le nom significatif de *centres d'action de l'atmosphère*. Pour notre hémisphère, les principaux centres d'action de l'atmosphère sont la zône des fortes pressions qui se trouve au Nord du Tropique, et qui se subdivise en maximum de l'Atlantique central ou maximum des Açores, maximum de l'Amérique du Nord, maximum d'Asie (qui n'existe pas en été), maximum du Pacifique central ou maximum des Sandwich. Sur les cartes synoptiques ils se retrouvent presque toujours avec quelques variations qui ne les rendent pas méconnaissables ; et, comme ils commandent la circulation des vents sur une grande étendue, ils jouent un rôle capital dans la circulation de l'atmosphère. Ils sont aussi un des facteurs déterminants des trajectoires des tempêtes, qui généralement les contournent, en les laissant à leur droite.

« L'attention des marins, écrivait Teisserenc de Bort dans son *Atlas de Météorologie Maritime* (1887), doit se fixer sur ce problème météorologique nouveau : définir la position relative des centres d'action de l'atmosphère et leur fixité dans les diverses situations, fixité d'où dépendent les vents généraux que l'on rencontrera. Il est hors de doute, en effet, qu'il serait très précieux pour un capitaine de savoir que, étant donnée telle situation qui a beaucoup de chances de durer, il trouvera des vents du Sud près du Portugal, au lieu des vents du Nord qu'il attend ; que, sur la route de New-York, avec telle autre disposition des centres d'action, en faisant sa route très Nord, il restera dans l'aire des hautes pressions avec vents faibles, tandis que, plus bas, il rencontrerait une forte dépression et des gros temps ».

L'étude des types de temps se perfectionne de jour en jour, surtout depuis qu'il est possible de faire des cartes synoptiques embrassant des Océans entiers. Alors qu'il nous est très difficile d'annoncer avec précision le temps qu'il fera le lendemain, il est vraiment assez facile de connaître les caractères généraux du temps des jours prochains et de savoir si, pendant une traversée qui dure une semaine, on a des chances d'avoir dans l'ensemble du beau et du mauvais temps, une traversée agréable ou désagréable, du retard ou de l'avance.

Je citerai un exemple de cette application de la météorologie dont j'ai été témoin, il y a près

(1) Le problème est évidemment du même ordre pour les expéditions aériennes de durée assez longue, telle qu'un voyage de dirigeable ou un raid avion à grande portée.

C'est sous cette forme que se présente aujourd'hui le problème des routes.

de vingt ans. Au mois de mai 1907, le croiseur cuirassé *Victor-Hugo* et le croiseur léger *Chasseloup-Laubat* furent désignés pour aller représenter la Marine française à des fêtes navales données aux Etats-Unis. Les deux navires partirent à peu près en même temps de Lorient, mais devaient voyager isolément, le *Victor-Hugo* devant marcher 17 nœuds, le *Chasseloup-Laubat* 12 seulement. Sur le *Victor-Hugo*, nous fîmes la route directe, sans nous soucier des cartes météorologiques. Le commandant du *Chasseloup-Laubat*, après avoir étudié la carte, se décida à faire une route assez méridionale passant au sud des Açores. Or, le *Victor-Hugo* fut assailli par une série de coups de vent, qui l'obligèrent à ralentir souvent ; et qui, même, lui causèrent des avaries assez importantes. Malgré notre belle vitesse prévue de 17 nœuds, nous arrivâmes à New-York peu de temps avant le *Chasseloup-Laubat*, qui avait fait une traversée beaucoup plus agréable.

Au retour, au mois de juin suivant, le souvenir de notre traversée précédente fit adopter la route méridionale, mais cette fois la situation atmosphérique nous était contraire encore : nous étions dans le cas signalé plus haut par Teisserenc de Bort, les hautes pressions étaient cantonnées dans le nord de l'Atlantique et nous eûmes encore du mauvais temps.

Le problème des routes d'après la température

Il arrive parfois que le navigateur a besoin de se préoccuper de la température des régions qu'il doit traverser, afin de ne pas endommager des cargaisons périssables.

Il y a quelques années, le commandant d'un navire chargé d'asphalte qui devait faire la traversée d'Amérique en Europe, eut à résoudre le problème suivant. Il devait conserver à sa cargaison une température de 35° et pour cela chauffer ses cales au moyen de radiateurs à vapeur, qui dépensaient une quantité de charbon appréciable. Avait-il intérêt à prendre une route plus méridionale, mais plus longue, pour naviguer par des températures plus chaudes ? Le Service Météorologique put lui fournir des indications assez précises sur les températures pour choisir en tout état de cause la route en définitive la plus économique.

Cette application de la météorologie peut paraître assez exceptionnelle, mais des exemples de cette sorte ne sont pas rares.

J. Rouch,

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Les rayons β de collision. — L'ionisation que déterminent les rayons α en traversant la matière est en partie indirecte. Les ions ne sont pas tous produits sur le passage de la particule α elle-même, mais aussi par l'intermédiaire de rayons corpusculaires plus ou moins pénétrants, qui prennent naissance le long de sa trajectoire. On a souvent donné le nom de « rayons δ » à ces rayons secondaires, en général peu pénétrants. Cette dénomination semblerait indiquer une nature profondément différente de celle des rayons α, β γ, tandis qu'en réalité ce sont de véritables rayons β, des électrons animés de vitesses plus ou moins grandes dont l'origine seule, d'ailleurs variable suivant les cas, les distingue des rayons cathodiques ou des rayons β des corps radioactifs.

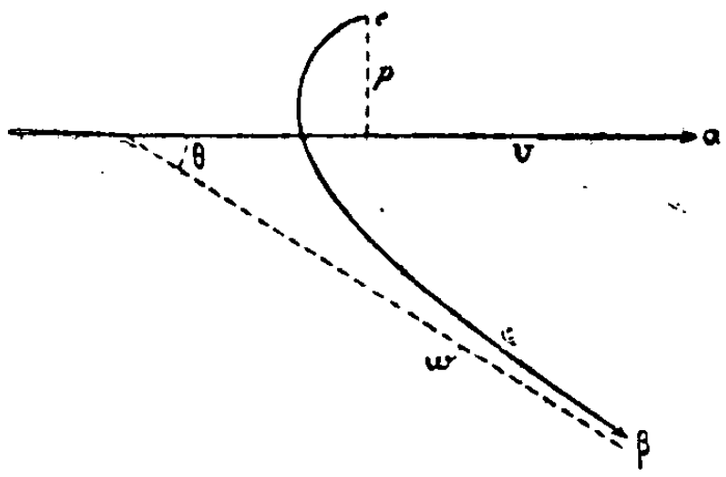


Fig. 152.

Une première espèce de rayons δ est produite lors de l'impact des particules α sur les métaux, par suite, sans doute, d'un effet thermionique local.

M. P. Auger (*Thèse*, Paris, 1926) a étudié une seconde espèce de rayons prenant naissance le long du parcours des particules α dans les gaz. Il en a observé et photographié les trajectoires à l'aide d'une méthode utilisant la condensation qu'ils provoquent dans la vapeur d'eau. Comme source, il a pris un fil d'argent portant à son extrémité soit un dépôt très actif de polonium, soit du thorium C'.

Ces rayons corpusculaires se manifestent par de courtes trajectoires adjacentes à celle du rayon α, dirigées vers l'avant, c'est-à-dire faisant avec la direction de propagation de ce rayon des angles inférieurs à 90°. Leur longueur maxima atteint 1 m/m. dans le cas du polonium et 2,9 m/m. pour le thorium C'.

M. Auger admet que le rayonnement α, passant au voisinage des électrons contenus dans les molécules du gaz, leur communique des mouvements hyperboliques qui ont pour effet de les projeter de côté et en avant (voir fig. 152).

L'application des principes de la mécanique, simplifiée par le fait que la masse de l'électron est très petite par rapport à celle de la particule α, donne une relation entre la vitesse du rayon β produit et sa direction, ainsi que la valeur absolue de cette vitesse en fonction de celle de la particule productrice. Les formules obtenues sont très bien vérifiées par les résultats des mesures.

On peut enfin prévoir théoriquement combien une parti-

cule α produira, sur 1 centimètre de son parcours, de rayons β possédant les diverses vitesses possibles, depuis zéro jusqu'au double de celle de la particule. Ce calcul conduit à une formule contenant N, nombre d'Avogadro, qui est bien d'accord avec l'expérience. On pourrait inversement fonder sur les mesures faites une évaluation nouvelle de N, en admettant la validité des hypothèses énoncées.

A. Bc.

Spectroscopie

L'interprétation thermodynamique des spectres stellaires. — Depuis le début de la spectroscopie qui remonte aux travaux de Kirchhoff, il y a près de trois quarts de siècle, les spectres stellaires excitent à bon droit la sagacité des astronomes. Ils présentent, en effet, des particularités remarquables. Tout d'abord, on n'y identifie pas tous les éléments de notre planète. En outre, on constate que par leurs raies spectrales, les étoiles les classent précisément comme par leur couleur. Dans une telle gamme, les raies suivent une progression nette, certaines d'entre elles décroissent d'intensité, d'autres s'accentuent jusqu'à un maximum, puis s'affaiblissent. D'autres raies n'apparaissent que tardivement dans la suite. L'arrangement est trop régulier pour être imputable à des variations de la composition chimique; il suggère plutôt qu'en passant par degrés des étoiles bleues les plus chaudes jusqu'aux étoiles rouges, il y a un affaiblissement constant de l'agent d'excitation.

Lockyer, que jadis le phénomène avait frappé, l'expliquait en considérant un spectre comme une indication de température. Il présumait, aux températures élevées, une dissociation des éléments en formes plus simples. Cette manière de voir, qui rencontra peu de faveur à l'époque, devait cependant être reprise plus tard sous une autre forme. En 1920, le Prof. Meg Nad Saha, de Allahabad (Inde), élaborait une théorie qui justifie dans une certaine mesure les idées de Lockyer, et dont nous esquisserons ici les grandes lignes.

On sait que dans un gaz, lorsque la température est suffisamment élevée, les collisions atomiques sont assez violentes pour ioniser les atomes, c'est-à-dire pour leur arracher des électrons. A toute température, il s'établit un état d'équilibre entre les atomes demeurés neutres, et les électrons et les ions, résultats de la dislocation des autres atomes. A l'équilibre, le taux d'ionisation est égal au taux de recombinaison.

L'hypothèse originale de Saha est d'envisager que, dans ces conditions, la dissociation des atomes en ions et électrons libres obéit précisément aux lois thermodynamiques qui régissent les dissociations moléculaires dans les équilibres chimiques. Pour un élément donné, le degré de dissociation, c'est-à-dire l'ionisation,se présente alors dans les calculs comme une fonction de la température et de la pression. L'ionisation est d'autant plus importante que la température est plus élevée et la pression plus basse. En particulier, à mesure que la température s'élève, on voit apparaître successivement le spectre de l'atome neutre, celui de l'atome simplement ionisé, celui de l'atome doublement ionisé, etc. Aux températures les plus élevées, on ne trouve plus, en général, le spectre de l'atome neutre.

Il s'ensuit que, de ce qu'un élément n'est pas représenté dans un spectre, il n'en faut pas conclure son absence dans l'atmosphère stellaire correspondante. Il se peut qu'il soit dans un état d'ionisation où les raies qu'il est susceptible d'émettre se trouvent hors de la région accessible du spectre.

On voit comment la présence ou l'absence d'une raie donnée constitue une indication de température. Les raies que fournissent les atomes ionisés sont les raies généralement dénommées « renforcées », et qui prédominent dans les spectres d'étincelle, obtenus à plus haute température que les spectres d'arc. Pour obtenir ces raies « renforcées », il faut une température d'autant plus élevée et une pression d'autant plus basse que le potentiel d'ionisation de l'élément est plus élevé. En particulier, c'est avec l'hélium qu'il est le plus difficile d'obtenir les raies « renforcées » car le potentiel d'ionisation de cet élément dépasse celui de tous les autres.

A chaque instant, dans un état excité donné, il y a dissociation d'une fraction des atomes, connue à partir de la température et de la pression, sur l'hypothèse de l'équilibre thermodynamique. Pour un état d'ionisation donné, aux plus basses températures, il y a relativement peu d'atomes qui soient ionisés. A mesure que la température croît, ces atomes deviennent de plus en plus nombreux, puis leur nombre diminue, du fait de l'établissement de stade d'ionisation suivant. Ainsi le nombre des atomes excités, pratiquement nul aux températures extrêmes pour un certain état d'ionisation, doit passer par un maximum à une température intermédiaire.

Par la méthode de Saha, on détermine ce maximum, qu'on fait correspondre avec le maximum observé des raies dans la suite stellaire. L'échelle thermométrique qu'on obtient ainsi, est en bon accord avec les résultas que les méthodes radiométriques fournissent par ailleurs. On est parvenu aujourd'hui à l'analyse thermométrique de 200.000 étoiles. Dans le tableau dressé par Miss Payne au Harvard College Laboratory, les températures des étoiles s'échelonnent de 3.000° à 20.000°.

Signalons, pour terminer, que Miss Payne est partie de considérations de ce genre pour tirer des conclusions sur les teneurs relatives des divers éléments dans les atmosphères stellaires. Dans ses calculs, elle tient compte des places de première et dernière apparition d'une raie donnée dans la succession des spectres, en présumant une analogie approximative entre ces teneurs et celles de la croûte terrestre, à l'exception toutefois de l'hydrogène et de l'azote, qui se comporteraient de manière anormale.

S. V.

Radioélectricité

Les radiations de la décharge. — La décharge électrique, dans les tubes à vide, s'accompagne de phénomènes lumineux. En outre, lorsque la pression est suffisamment basse, il y a production de rayons X. A l'extérieur de l'ampoule, on perçoit ces deux types de lumière, de longueur d'onde très différente. La première, de quelques milliers d'angströms, impressionne directement l'œil. La seconde, de quelques angströms seulement, est décelée, soit par des méthodes électriques, soit par l'excitation de la fluorescence de certaines substances, telles que le platinocyanure de baryum.

On ne saurait cependant regarder ces deux espèces de radiations comme les seules engendrées par la décharge, les parois de l'ampoule et l'air étant susceptibles d'intercepter les longueurs d'onde intermédiaires comprises entre les rayons ultra-violets et les rayons X, et comprenant en particulier les rayons ultra-violets très courts de Schumann.

Pour avoir des données plus complètes, il y avait donc lieu d'étudier la radiation au sein même du tube. L'éminent savant anglais Sir J. J. Thomson, a abordé récemment le problème, et a communiqué ses premiers résultats à la Royal Institution en mars 1926 (1).

(1) *Engineering*, 19 mars 1926.

A l'intérieur du tube, on ne pouvait guère recourir qu'à des essais électriques. Mais alors, il importait d'isoler de la décharge le dispositif de mesure, à cause de la circulation constante de particules chargées des deux signes, dont les effets dépassent de beaucoup les effets de la radiation.

Sir J. J. Thomson a réalisé cet isolement grâce à une membrane dont la faible épaisseur permet à la radiation de passer en quantité suffisante pour être perceptible. Il a confectionné dans ce but des membranes de celluloïd, qu'il obtient à partir d'une solution de celluloïd dans l'acétate d'amyle, mise à évaporer sur le mercure. Ces membranes, assez minces pour présenter la tache noire (épaisseur 3.10^{-5} cm. environ), étaient montées dans le tube à vide, entre l'électrode et un disque de zinc poli, relié à un électromètre.

Dans ces conditions, le métal subit deux effets antagonistes. Tout d'abord, émettant des électrons par l'effet photoélectrique de la radiation, il se charge positivement. D'autre part, il se décharge, du fait de l'ionisation due à la radiation. Aux basses pressions, c'est l'effet photoélectrique qui prédomine.

Sir J. J. Thomson a étudié l'absorption de la radiation qui, selon la loi de Bragg, varie comme le cube de la longueur d'onde. L'absorption était examinée au moyen d'un écran comportant des trous recouverts de différentes substances. La mesure de l'absorption de la radiation résultait des différentes lectures à l'électromètre, la décharge étant produite sous une tension intermédiaire entre 500 et 600 volts, obtenue au moyen d'une dynamo.

D'après ces expériences, la pénétration, qui augmente dans une certaine mesure avec le voltage, semble dépendre de la pression. La radiation serait maxima pour une certaine pression. Cette pression, variable avec le gaz, serait plus élevée pour l'hydrogène que pour l'oxygène, et plus élevée encore pour l'hélium.

Dans d'autres expériences, Sir J. J. Thomson a substitué à l'écran matériel un écran électrostatique, en faisant passer la radiation entre les deux moitiés d'un cylindre fendu longitudinalement, chargé à 400 volts et dans le champ duquel les ions et les électrons de la décharge se trouvent captés. Il a reconnu ainsi que l'écran de celluloïd ne laisse guère passer que 1 o/o de la radiation.

Le seul passage de la décharge à travers le gaz donne naissance à la radiation. Les particules positives sont pour cela les plus efficaces, mais la radiation qui leur est due est la plus absorbable.

On peut encore produire une décharge, sans choc d'électrons contre paroi solide, en employant un tube de verre sans électrodes, entouré d'un enroulement où circule le secondaire d'une bobine d'induction. A l'intérieur, on place une plaque de zinc reliée à un électroscope. Lorsque l'électroscope est chargé positivement, on voit les feuilles s'affaisser lentement au passage de la décharge. Lorsque l'électroscope est chargé négativement, l'affaissement des feuilles est beaucoup plus rapide. On rend compte de cette différence par le fait que l'effet photoélectrique l'emporte de beaucoup sur l'effet de l'ionisation.

Au moyen d'électrodes pourvues de fentes livrant passage à la décharge, Sir J. J. Thomson a aussi déterminé l'effet de la décharge sur une électrode qu'elle rencontre. Il trouve ainsi que l'électrode, anode ou cathode, perd toujours beaucoup d'électrons, qui s'accumuleraient autour d'elle en un nuage dense, empêchant le départ ultérieur d'autres électrons. Cette circonstance serait la cause de la chute de potentiel qui se produit tout près de l'anode.

Pour déterminer la qualité de la radiation, on recourt à la loi de Planck, selon laquelle l'irradiation d'un métal provoque l'émission d'électrons dont l'énergie est fonction croissante de la fréquence excitatrice. Dans le tube utilisé par Sir J. J. Thomson, le disque irradié porte une spirale de fil mince, susceptible d'être chargée à un potentiel donné, afin d'arrêter les électrons d'énergie moindre. On observe ainsi que dans l'hélium, à une haute pression et sous 300 volts, il y a très peu d'électrons dont l'énergie surpasse 30 volts, tandis qu'à une pression de 0,172 mm. sous une tension de 1.100 volts, il suffit de 60 volts sur la spirale pour arrêter la plupart des électrons.

Sir J. J. Thomson a mis en évidence une radiation de 1,4 Å de longueur d'onde, qui serait vraisemblablement le facteur prédominant de l'ionisation. Dans leur ensemble, les expériences établissent l'existence d'un rayonnement hétérogène et sans doute continu, dont le seuil de plus haute fréquence serait fixé par l'énergie du faisceau cathodique primaire. C'est la portion du rayonnement qui possède le plus grand pouvoir ionisant, qui, précisément, paraît être la plus absorbable. S. V.

Médecine

Nouvelles données sur la vaccination préventive des enfants nouveau-nés contre la tuberculose par le B.C.G. — Nous avons déjà fait connaître aux lecteurs de la *Revue Scientifique* les premiers résultats, si pleins de promesses, de l'admirable méthode de vaccination anti-tuberculeuse découverte par A. Calmette et C. Guérin. Bien que la plupart des médecins, des vétérinaires, des biologistes et des hygiénistes en aient compris l'importance capitale, il nous a semblé utile de rappeler les faits que nous avons déjà signalés et de résumer les données nouvelles résultant des essais poursuivis depuis 1924, données que M. A. Calmette vient justement d'exposer avec la collaboration de C. Guérin, L. Nègre et A. Boquet (*Annales de l'Institut Pasteur*, mars 1927).

Nos lecteurs se souviennent certainement, que le vaccin B. C. G. de A. Calmette et C. Guérin a été obtenu en cultivant pendant treize ans, sur pomme de terre imprégnée de bile de bœuf glycérinée, un bacille tuberculeux bovin originairement très virulent. Après 230 passages ininterrompus, ce bacille, injecté à fortes doses dans les veines de cobayes ou de lapins, s'est révélé parfaitement inoffensif et incapable de déterminer la production des tubercules; cependant, il était resté capable de provoquer l'élaboration d'anticorps dans l'organisme des animaux sains et surtout dans celui des animaux tuberculeux. Enfin, il était demeuré un actif producteur de tuberculine quand on le cultivait sur les milieux usuels.

L'expérimentation sur les jeunes bovins et sur les singes ne tarda pas à montrer que ces bacilles tuberculeux biliés, dits B.C.G., non virulents, absorbés vivants par les voies digestive, sous-cutanée ou intraveineuse, « confèrent aux animaux, et sans qu'il puisse en résulter pour eux le moindre danger, le même état de résistance vis-à-vis des réinfections que réalise dangereusement une très légère infection virulente ».

Pour toutes ces raisons, A. Calmette a essayé de se servir de ces bacilles biliés pour créer artificiellement, « dans les organismes sensibles et dès le plus jeune âge de ceux-ci, un état de prémunition » capable de les protéger contre les contaminations accidentelles par des bacilles tuberculeux virulents. Des travaux du même auteur ayant montré, en 1905, que « le passage des bacilles tuberculeux à travers les parois intestinales s'effectue normalement avec une grande facilité dans le jeune âge, surtout pendant les quelques jours qui suivent la naissance » il était tout indiqué de profiter de cette courte période pour réaliser la prémuni-

tion des enfants nouveau-nés et des jeunes animaux à la mamelle en leur faisant ingérer une quantité convenable de B.C.C.

Pour établir les effets de ce vaccin sur les enfants nouveau-nés, il importait d'être renseigné aussi exactement que possible sur la mortalité par tuberculose des nourrissons de 0 à 1 an. Des enquêtes entreprises par M. Calmette et ses collaborateurs il résulte que, si l'on prend seulement en considération le chiffre le plus bas donné par les dispensaires soumis au contrôle du Comité national de Défense contre la tuberculose, on peut admettre qu'actuellement dans notre pays, « au moins 25 pour 100 des enfants nés de mères tuberculeuses ou élevés dans un foyer familial contaminé succombent à la tuberculose au cours de la première année de leur existence ». A l'aide de ce chiffre, il était donc possible, par comparaison avec celui de la mortalité tuberculeuse parmi les enfants, élevés en milieu contaminé, mais prémunis par le B.C.G., de se rendre compte de la valeur pratique des vaccinations préventives sous réserve, toutefois, de ne pas négliger la part de l'infection intra-utérine dont les travaux récents, notamment ceux de A. Calmette et Vallis ont montré toute l'importance.

Les premiers essais chez les jeunes enfants et sur les jeunes animaux sensibles à la tuberculose ayant bien établi l'innocuité du B.C.G., des doses toutes préparées du nouveau vaccin ont été mises par l'Institut Pasteur à la disposition des médecins à partir du 1er juillet 1924. Grâce à la collaboration de nombreux praticiens qui, non contents d'essayer le B.C.G., ont tenu à suivre les enfants vaccinés, il a été possible d'établir des statistiques tout à fait démonstratives. L'une d'elles, établie par M. Moine, a porté sur 982 enfants, « âgés de plus d'un an, nés de mères tuberculeuses ou élevées dans un foyer familial contagieux et régulièrement suivis »; sur 882 enfants, vaccinés depuis un à deux ans, la mortalité générale est de 8,9 pour 100 et la mortalité tuberculeuse probable de 0,8 pour 100. Les vaccinés depuis plus de deux ans n'ont donné lieu à aucun décès. En somme, pour les cas étudiés par M. Moine, la mortalité par tuberculose est voisine de 1 pour 100 « alors que, pour les non-vaccinés, elle est d'environ 26 pour 100 et que, pour les enfants vaccinés depuis plus de deux ans, la mortalité par tuberculose est nulle ».

Une autre statistique de M. Y. Biraud embrasse les observations de 1.877 enfants prémunis au B.C.G., de 1924 à 1926, dont 1.050 étaient en contact avec des tuberculeux et 487 en contact avec leur mère tuberculeuse. Les résultats en sont tout aussi convaincants que les précédents. La comparaison de la mortalité générale des enfants en contact avec leur mère tuberculeuse y est particulièrement intéressante; en effet chez les vaccinés elle est seulement de 6,6 pour 100 alors qu'elle atteint 24 jour 100 pour les non-vaccinés.

A la date du 1er janvier 1927, le nombre total des enfants vaccinés avec le B.C.G. en France depuis le 1er juillet 1924 était de 21.200; toutes les constatations recueillies dans les statistiques relatives aux enfants prémunis depuis plus d'une année « démontrent l'efficacité protectrice du B.C.G. contre les effets de la contagion familiale.

De plus, il est maintenant bien établi que « la vaccination par le B.C.G suffit à conférer à l'enfant, pendant toute la période du jeune âge au cours de laquelle il est le plus exposé aux contagions fréquentes ou massives, c'est-à-dire environ jusqu'à l'âge de cinq ans, une protection suffisante contre les contaminations virulentes ».

L'emploi de la méthode de A. Calmette est donc parfaitement justifié puisque l'infection tuberculeuse est surtout redoutable au cours des deux premières années de la vie, et que ceux qui y ont échappé pendant cette période se trouvent moins souvent exposés, dans la suite, aux infections massives. Ils ont ainsi beaucoup de chances pour rester définitivement indemnes.

La prémunition par le B.C.G. a été fort bien accueillie dans les milieux médicaux, d'autant mieux que les 21.200 nouveau-nés — dont plusieurs dizaines de prématurés — vaccinés avant le 1er janvier 1927 donnent la preuve que la méthode est parfaitement inoffensive. Toutefois, certains auteurs, ont paru douter que le B.C.G. fût vraiment dépourvu de virulence et par conséquent inoffensif. Certes, ils étaient de très bonne foi et se fondaient sur leur conception personnelle de l'immunité antituberculeuse ou sur l'interprétation qu'ils donnaient de certaines expériences faites par eux sur des animaux, mais il était indispensable d'examiner attentivement leurs objections afin d'en montrer l'inanité. C'est ce que n'ont pas manqué de faire A. Calmette et ses collaborateurs et ils ne leur a pas été difficile de démontrer à leurs contradicteurs que leurs craintes ou leurs objections étaient sans fondement. Les propriétés du vaccin de Calmette sont si bien fixées qu'après un an de séjour sous la peau du bœuf, le B.C.G., qui est pourtant d'origine bovine, a été retrouvé intact, vivant et toujours parfaitement inoffensif pour le cobaye. Nous devons ajouter, d'ailleurs, que les essais de prophylaxie de la tuberculose des bovidés ont également donné des résultats excellents.

Parallèlement aux recherches de A. Calmette et de ses collaborateurs, de nombreux essais ont été effectués en France, en Italie, en Grèce, en Roumanie, en Algérie, en Indo-Chine et en Ukraine; partout l'innocuité du B.C.G. s'est trouvée vérifiée, partout son efficacité s'est montrée indiscutable. Plus que jamais, c'est donc un devoir pour les praticiens, les hygiénistes et les esprits cultivés de faire connaître, dans tous les milieux, la prodigieuse découverte qui, depuis cinq ans, ne cesse de justifier les magnifiques espérances qu'on est en droit de fonder sur elle.

A. Berthelot.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Génie civil

Nouveau modèle de barrage en voûtes minces essayé au Laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées. — M. Mesnager, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, membre de l'Institut et M. Veyrier, chef d'escadron d'artillerie coloniale en retraite, ont imaginé un nouveau modèle de barrage qui procurerait une importante économie dans l'exécution des grandes retenues d'eau projetées en France et à l'étranger.

Le nouveau dispositif consiste essentiellement en un barrage étagé, c'est-à-dire formé de plusieurs biefs très courts, limités chacun par une voûte mince, qui ne supporte qu'une pression hydrostatique égale à la différence des niveaux dans les deux biefs consécutifs. En vidant successivement, 1, 2, 3 ou 4 biefs avals, on soumet les voûtes à des surcharges 1, 2, 3 ou 4 fois équivalentes aux charges normales qu'elles ont à supporter en service. Ainsi un barrage, constitué de cette manière, pourra subir des épreuves de surcharge donnant ensuite toute sécurité pour le service normal.

Cependant, l'utilisation des voûtes minces, d'épaisseur

constante, organe qui présente des facilités de construction particulière, pose la question du *flambage des plaques cintrées*, question qui a bien été étudiée assez complètement dans le mémoire de Timochenko intitulé : « Sur la stabilité des systèmes élastiques » mais n'a jamais fait l'objet d'essais relatifs aux plaques en béton.

Il était donc indispensable de procéder à des essais sur modèles réduits permettant de suppléer à l'absence de calculs indiscutables sur les voûtes minces.

Les essais préliminaires qui ont été poursuivis au Laboratoire de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, à l'aide de mercure (donnant des pressions 13,6 fois plus grandes que les pressions hydrauliques) sur le modèle du barrage projeté à Marège sur la Dordogne, ont été la démonstration des qualités remarquables des voûtes minces pour la réalisation des retenues d'eau.

Le principe du fractionnement apporte, en outre, au système proposé, d'autres avantages :

1° Localisation des signes d'avaries en une pluralité d'éléments dont chacun a son coefficient de sécurité propre et son indépendance relative, d'où augmentation de la sécurité;

2° Diminution de la pression sous laquelle agit l'eau aux débouchés des fissures naturelles ou provoquées existant dans la masse du barrage ou dans le terrain sous-jacent, d'où augmentation de l'étanchéité.

3° Possibilité — interdite aux barrages-poids ou aux barrages à voûte unique de grande hauteur — d'évacuer les crues par dessus la crête du barrage, chacun des barrages partiels pouvant fonctionner comme déversoir, en raison de sa faible hauteur, d'où économie sur les organes d'évacuation des crues;

4° Possibilité de supprimer, dans certaines circonstances favorables, les tunnels de dérivation provisoire du cours d'eau. Ces deux derniers avantages comportent la suppression de deux atteintes particulièrement délicates à l'intégrité des flancs de la vallée à barrer.

5° Enfin, possibilité indéfinie d'exhausser un barrage existant sans porter atteinte pendant les travaux d'extension au service du barrage primitif. Un barrage fractionné peut, mieux que les autres types, être construit par étapes sucessives au fur et à mesure des disponibilités financières.

Cette dernière propriété faciliterait beaucoup l'exhaussement de la crête du barrage d'Assouan, actuellement projeté, si le projet de barrage fractionné présenté en 1892 par un ingénieur français avait été retenu.

Les essais vont être poursuivis sur des modèles à l'échelle du 1/13.6 qui permettront d'essayer les vannages de sécurité, lesquels seront essayés en vraie grandeur.

EDMOND MARCOTTE.

Industrie

Verres d'optique en quartz fondu. — Il y a quelque années, Elihu Thomson, directeur de la Société générale électrique, suggéra d'employer le quartz fondu pour les miroirs des télescopes réflecteurs, car, ayant un faible coefficient de dilatation, le quartz aurait été moins sujet à donner des images des étoiles déformées par les différences locales de température. Il réussit à fabriquer des disques de quartz de dimensions importantes et constata que le travail de polissage était bien plus simple qu'avec le verre qui se déforme par suite de la chaleur produite dans le polissage. Le Bureau des Standards des Etats-Unis, vient d'adopter le quartz pour les verres optiques et a fabriqué deux disques mesurant de 250 à 275 m/m. de diamètre avec une épaisseur de 38 m/m.; l'erreur maxima dans la forme de cette lentille n'atteint pas 1×10^{-6} m/m.

Ces lentilles sont plus dures que le verre et, en vertu de leur coefficient d'expansion 15 fois moindre, on peut les manipuler avec moins de précautions que le verre qu'on employait jusqu'à présent et qui se déformait sous la chaleur de la main. (*Engineering*, 17-7-26). E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 7 juin.

TH ORIE DES ENSEMBLES. — *Léon W. Cohen* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur la non-équivalence des définitions de dimension de Menger et de Urysohn.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Gr. Fichtenholz* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur la suite de fonctions harmoniques.**

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE. — *Henri Chétien* (prés. par M. Louis Lumière). — **Cinématographie panoramique au moyen d'appareils ordinaires.**

L'auteur indique une solution pratique pour présenter des films panoramiques avec les appareils actuels employant des films de dimension normale. Il place devant l'objectif de prise de vue, ainsi que devant celui de projection, une combinaison optique spéciale à laquelle il donne le nom d'*hypergonar* et qui en accroît sensiblement le champ, mais dans un sens seulement, horizontal ou vertical ou même oblique, selon l'orientation de la plus grande étendue du sujet. L'*hypergonar* rappelle à première vue l'anamorphot d'Abbe, mais il en diffère par deux points de dioptrique élémentaire : 1° Les génératrices des lentilles cylindriques qui le composent sont toutes parallèles entre elles, et non croisées, comme elles le sont nécessairement dans *l'anamorphot;* 2° le plan-image coïncide avec le plan-objet : autrement dit ces plans sont plans de Bravais pour le système.

POUVOIR ROTATOIRE. — *R. de Mallemann* (prés. par M. Cotton). — **Sur la théorie moléculaire générale du pouvoir rotatoire.**

Les composantes du vecteur rotatoire suivant trois axes rectangulaires quelconques sont des fonctions linéaires et homogènes des cosinus directeurs α, β, γ de la normale à l'onde; les coefficients sont les six quantités $\rho_x X$, $\rho_y Y$ etc., qui définissent les dissymétries du milieu. Le pouvoir rotatoire est donc une forme quadratique de ce cosinus; en choisissant les axes de manière à éliminer les rectangles $\alpha\beta$..., on obtient les directions principales du pouvoir rotatoire. Il existe ainsi dans tout milieu asymétrique trois directions de propagation, rectangulaires, suivant lesquelles le vecteur rotatoire est normal à l'onde plane. Les propriétés d'un tel milieu sont donc complètement définies par deux tenseurs symétriques : 1° le tenseur électro-élastique qui mesure les phénomènes de réfringence pur; 2° le tenseur rotatoire, de composantes principales $\rho_x X, \rho_y Y \rho_z Z$ (dissymétries principales), qui règle les effets d'activité optique.

RADIOACTIVITÉ. — *P. Bonet Maury* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur la vaporisation du polonium.**

L'auteur a déterminé, au cours d'un travail sur la vaporisation du polonium, la loi suivant laquelle se distribuent dans l'espace des atomes de polonium volatilisés par chauffage dans le vide, de la lame de nickel qui les supporte. L'expérience montre que cette distribution s'effectue suivant la loi de cosinus de Lambert, c'est-à-dire que le nombre d'atomes vaporisés dans un angle solide infiniment

petit autour d'une direction donnée est proportionnel au cosinus de l'angle droit de cette direction avec la normale à la surface émettrice.

Dans cette Note, M. Bonet-Maury décrit, à l'aide d'une figure, l'appareil qu'il a utilisé pour ses expériences, et la marche d'une expérience. L. FRANCHET.

GÉOLOGIE. — *Ch. Depéret*. — Essai sur l'histoire pliocène du bassin de la Seine.

Aucun dépôt marin ni continental du Pliocène ancien (étages *Plaisancien* et *Astien*) n'a encore été découvert dans le bassin de Paris. Le Pliocène supérieur est représenté par l'étage *Villafranchien*. A l'époque terminale du Pliocène ou *Saint-Prestienne*, le réseau des vallées du bassin de la Seine se trace profondément par suite sans doute d'un abaissement important des ligne de rivage de la Manche.

Après le Pliocène, de nouveaux abaissements successifs des lignes de rivage vont déterminer la formation de terrasses quaternaires aux altitudes d'environ 90-100 m., 55-60 m., 30-35 m. et enfin 18-20 m., terrasses d'une très grande généralité dans tout le bassin de la Seine, et aussi de la Somme et de la Loire.

— *F. Blondel* (transm. par M. Pierre Termier). — Sur la structure d'ensemble du sud-est de l'Indochine française.

On est tenté, dit l'auteur, de reconnaître, dans la structure de ce pays, deux grandes lignes directrices, deux grands anticlinaux, jalonnés par d'importants affleurements de granite. Ces deux anticlinaux ont des directions perpendiculaires et se rencontrent dans le massif de la Mère et l'Enfant (à 50 km. environ à l'ouest du Cap Varella), qui est ainsi le nœud de cette région. La direction N-W, qu'on appelle la direction du Fleuve Rouge, a donné les traits fondamentaux de la structure d'ensemble.

HYDROGÉOLOGIE. — *Edouard Imbeaux*. — Les grands bassins artésiens de la Russie d'Europe.

Les bancs de grès du Cambrien inférieur (grès à fucoïdes) sous la grande épaisseur de l'*argile de Revel* alimentent les puits artésiens de Saint-Pétersbourg. Au sud-est de la capitale, il existe également d'autres puits, mais dont l'eau est souvent très salée (puits artésiens de Novgorod, de Gdow, Pskoff, Petchersk et puits dits *salines de la Vieille Russie*. D'autres puits sont encore signalés par l'auteur dans le Bassin central de la Russie, dans le bassin du Sud-Russe, dans celui du Permien et dans le Bassin tertiaire de la mer Noire.

Un grand nombre de puits artésiens ont été ainsi forés dans les steppes du nord de la Crimée et ont permis de les fertiliser. P. GUÉRIN.

Séance du 13 juin 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *A. Buhl*. — Sur les symétries de la théorie des groupes continus.

— *Léon Pomey* (prés. par M. L. Lecornu). — Sur les équations intégro-différentielles normales d'ordre infini.

— *V. A. Kostitzin* (transm. par M. Hadamard). — Sur les solutions singulières des équations intégrales de Volterra.

— *René Lagrange* (prés. par M. Emile Borel). — Sur un algorithme des suites.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *M. Laventieff* (transm. par M. Hadamard). — Sur la représentation conforme.

— *Spyridion Sarantopoulos* (prés. par M. Emile Borel). — Sur les fonctions méromorphes représentées par un développement de Taylor à coefficients rationnels.

— *Martin Alander* (prés. par M. Emile Borel). — Sur une propriété des fonctions méromorphes à l'intérieur d'une ligne de module constant.

GÉOMÉTRIE. — *Beniamino Segre*. — Sur les transformations des réseaux *R*.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *F.-H. van den Dungen* (prés. par M. Emile Borel).

HYDRODYNAMIQUE. — *André Charrueau* (prés. par M. d'Ocagne). — Sur les figures d'équilibre relatif d'une masse liquide en rotation, à attraction newtonienne entre ses particules et à tension superficielle.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE APPLIQUÉE. — *Robert Esnault-Pelterie* et *Osée Marcus* (prés. par M. Léon Guillet. — Sur la résistance électrique théorique au contact de deux sphères conductrices élastiques, abstraction faite de la couche de passage.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Marcel Brillouin*. — Le champ magnétique terrestre et les propriétés électromagnétiques internes du globe.

HYDRAULIQUE. — *André Defour* (prés. par M. Rateau). — La force des marées peut être assouplie aux besoins des secteurs.

Le système d'utilisation des marées présenté en 1921 par l'auteur, consiste dans l'emploi de deux bassins travaillant tous deux alternativement à l'alimentation et à la vidange, en quatre temps. Certaines difficultés s'étant manifestées dans l'application de ce système, celui-ci est modifié ainsi : 1° Pour que la courbe du diagramme de l'énergie qu'il peut produire épouse sensiblement celle de la charge du secteur, le réservoir auxiliaire ne travaille plus qu'à la vidange et en deux périodes, ce qui donne le plus d'aise dans le temps des phases; 2° pour ne plus dépendre des ensablements, la vidange du bassin principal ne se fait plus, jusqu'à l'étale inférieure; elle n'atteint tout au plus que le niveau correspondant approximativement — aux fonds ensablés des baies, et le moment de cette opération peut être modifié à volonté.

M. Defour examine, en outre, les modifications pouvant être apportées pour que l'énergie s'assouplisse aux besoins du secteur, au fur et à mesure de sa production.

ASTRONOMIE. — *J. Ubach* (prés. par M. Bigourdan). — Observations de l'éclipse de soleil du 3 janvier 1927, à Buenos-Ayres (République Argentine).

Les observations ont été faites à l'aide de l'équatorial héliophotographique Zeiss, du Séminaire de Villa Devoto. Sur 94 photographies prises, 81 furent retenues, qui ont fourni les données d'une longue étude, consistant essentiellement dans la comparaison des longueurs de la corde, calculées pour l'instant de chaque observation, avec les longueurs réelles photographiques, réfraction corrigée.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *E. Tabesse* (transm. par M. G. Ferrié). — Mesures magnétiques dans le centre et l'ouest de la France.

Quarante-deux stations appartenant à la Charente-Inférieure, les Deux-Sèvres et la Vienne ont été visitées en 1926; sur ce nombre, dix-sept font partie du réseau de Moureaux, les autres sont nouvelles. La comparaison des résultats obtenus, et exposés dans des tableaux, avec ceux indiqués par Moureaux, donne les variations séculaires des éléments magnétiques pour la période 1er janvier 1896-1er janvier 1922. La répartition des éléments magnétiques est généralement normale, sauf dans la région de Civray où paraît exister une assez forte anomalie, principalement pour la déclinaison.

MAGNÉTISME. — *Nicolas Perrakis* (prés. par M. Pierre Weiss). — Sur les propriétés magnétiques du chlorure et du sulfate de vanadyle et sur le moment atomique du vanadium tétravalent.

Le coefficient d'aimantation atomique du $V^2O^2\,Cl^4 + 5H^2O$, tiré d'une première série d'expériences a été trouvé

égal à $+ 1016{,}9 \times 10^{-6}$ (à 10°C). Une deuxième série de mesures effectuées à 45 jours d'intervalle, sur une nouvelle quantité de substance, appartenant au même échantillon a donné $X = +954{,}3 \times 10^{-6}$ (à 15°8). L'étude thermique a montré que cette variation du coefficient d'aimantation est due non à un changement de moment, mais à un déplacement du point de Curie.

Dans le cas de $VOSO^4 + 3\frac{1}{2} H^2O$, on observe aussi un déplacement du point de Curie non accompagné de changement de moment.

Des expériences effectuées, il résulte que l'ion V^{IV} possède au moins deux moments atomiques, l'un de 8 et l'autre de 9 magnétons. Ces deux moments ont déjà été rencontrés par Erculisse dans les solutions.

ÉLECTRICITÉ. — *Emmanuel Dubois* (prés. par M. Cotton). — **Sur l'effet Volta.**

Le chauffage simultané de deux électrodes métalliques ne permet d'observer sur l'effet Volta V qu'un effet différentiel. Il est plus simple de ne chauffer qu'une seule des électrodes, en veillant à ce que l'autre reste identique à elle-même. Aprs refroidissement de l'électrode chauffée, on examine la variation V obtenue. Les essais effetués sur huit métaux différents ont conduit l'auteur à énoncer la loi suivante qu'il considère comme générale : « Si l'on chauffe un métal dans le vide, on constate, après refroidissement, que le chauffage l'a rendu électronégatif, pourvu que ce chauffage ait été suffisamment prolongé et effectué à température suffisamment élevée. »

— *Rouelle* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur certaines particularité de la ferro-résonance, lorsque la résistance n'est pas négligeable.**

Dans cette Note, l'auteur décrit les recherches qu'il a effectuées au cours d'une étude expérimentale systématique du circuit constitué par une bobine à noyau de fer en série avec un condensateur et une résistance ohmique, alimenté sous une tension sinusoïdale.

ONDES ÉLECTRIQUES. — *E. Pierret* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur les oscillations de Barkhausen obtenues avec des lampes françaises.**

L'intensité i_p du courant de plaque, lorsqu'on allonge le circuit de la plaque l_p, en conservant au circuit de grille la plus petite longueur pour laquelle il est accordé, passe par des maxima qui semblent correspondre à des résonances, mais les courbes obtenues en portant en abscisses i en ordonnées l_p, n'ont pas la forme des courbes de résonance; lorsque l décroît, la corde décroît d'abord régulièrement, passe par un maximum, puis décroît brutalement. La longueur d'onde décroît tout le long de la courbe, puis change brusquement lors du passage par les minima d'intensité du courant. Le maximum du courant oscillant coïncide généralement avec le maximum du courant de plaque; c'est la longueur d'onde correspondant à ce maximum que l'auteur a considérée comme la longueur d'onde favorisée λ_0.

OPTIQUE. — *Jacob* (prés. par M. A. Cotton). — **Procédé expérimental permettant de comparer, à un instant donné, la vitesse de la lumière dans un sens ou dans le sens opposé.**

L'auteur choisit comme exemple la comparaison de la vitesse de la lumière dans le sens du déplacement de la Terre sur son orbite et dans le sens opposé, en admettant que ces deux vitesses seront différentes. Soient A et A', deux stations placées à la distance l l'une de l'autre et convenablement choisies. En chacune d'elles sont disposées respectivement : les sources S et S', les obturateurs O et O' et les lunettes L et L'; L est destinée à viser S' et L' à viser S à travers l'ensemble des obturateurs O.

Soient V, la vitesse absolue de la lumière et v celle du déplacement de la Terre; T et T' les temps mis respectivement par la lumière pour parcourir les chemins AA' et A'A. Dans ces conditions :

$$T' - T = \frac{l}{V - v} - \frac{l}{V + v} = \text{sensiblement } \frac{2\,lv}{V^2}$$

SPECTROSCOPIE. — *Duffieux* (prés. par M. A. Cotton). — **Production du spectre continu du mercure par roulement dans le vide.**

M. Duffieux a étudié les phénomènes de production d'électricité et de lumière par choc ou par roulement du mercure dans le vide. Le mercure est enfermé dans un ballon sphérique vidé qui tourne autour d'un diamètre horizontal. La goutte de mercure, de 6 cm. de diamètre est entraînée par la rotation, étirée en pointe. A la vitesse de 120 à 180 tours à la minute, la forme est stable, alors qu'aux vitesses inférieures elle tend à osciller. A la température de 10° à 40°, les phénomènes lumineux sont compliqués et instables; la surface extérieure est fortement électrisée. Au-dessus de 50° un cordon lumineux mauve jaillit du talon de la goutte décrit un arc de cercle et vient s'étendre à quelques centimètres de la pointe; ce cordon est dû à une décharge électrique continue. L'extrémité positive est au talon de la goutte, c'est une houppe mauve brillante. De 100 à 120° de nouveaux phénomènes se produisent et la houppe positive présentera toutes les raies d'arc.

RADIATIONS. — *G. Reboul* (prés. par M. A. Cotton). — **Production des rayons X sans tube focus.**

Dans les expériences faites sur les radiations émises par une cellule de résistance les tensions employées étaient, au maximum, d'environ 2.000 volts. Avec des tensions de 30.000 ou 40.000 volts, on obtient des radiations plus pénétrantes et de longueur d'onde plus courtes, en outre, on peut utiliser comme élément constitutif des cellules un grand nombre de corps en poudre ou en cristaux. Ainsi les rayons émis par une cellule de carbonate de cuivre sous une tension de 30.000 volts, sont susceptibles de traverser une couche de 7 à 8 cm. d'air à la pression ordinaire et d'en produire l'ionisation. Par suite de leur faible pouvoir pénétrant, on peut les utiliser pour radiographier certains objets dont les rayons X ne permettent pas de saisir les détails.

POUVOIR ROTATOIRE. — *E. Darmois* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur le pouvoir rotatoire de l'acide tartrique en solution dans le chlorure de calcium.**

Le pouvoir rotatoire spécifique, calculé pour TH^2 ($C^4H^6O^5$) n'est pas constant; il augmente en solution étendue, comme dans l'eau. Exemple : solutions dans $CaCl^2$ 1,8 M. Concentration C en TH^2. Température 15°.

C	0,31	0,62	1.24	13.42	18,64
$\alpha]_{5780}$ ..	— 3,5	— 5,8	— 8,05	—12,40	—12,20
$\alpha]_{4358}$ ..	—13,8	—20,0	—22,85	—36.15	—35.5

Si, d'après de Mallemann, on porte les $[\alpha]_{5780}$ et les $[\alpha]_{4358}$ sur le graphique rectiligne habituel, les solutions TH^2 dans $CaCl^2$ donnent des droites concourantes; ces solutions contiendraient deux composants. On peut vérifier que le concours a lieu pour les fortes concentrations en TH^2, mais plus pour les faibles; la dispersion des solutions étendues est plus faible que celle exigée par la présence des deux composants admis jusqu'ici.

L'activité a été mesurée sur les mêmes solutions, à la fois par l'électrode à hydrogène et l'électrode à quinhydrone.

RADIOCHIMIE. — *René Audubert* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur l'application de la théorie radio-chimique aux solutions d'iodure de sodium.**

Si l'on plonge deux électrodes de platine, dont l'une est éclairée, dans une solution d'iodure de sodium, une force électromotrice prend naissance, la lame soumise au rayonnement jouant le rôle de cathode. Cette force est plus grande que la force électromotrice photovoltaïque normale; la lumière intervient donc surtout en exerçant une action photochimique. On peut représenter schématiquement le mécanisme du phénomène par $3\ \bar{I} \rightarrow I^3 + 2\ \ominus$ Les deux électrons libérés sont captés sur l'électrode, qui se charge ainsi négativement. Lorsqu'on dissout de l'iode dans la solution d'iodure de sodium, il se forme des ions $\bar{I}^3$,

CHIMIE PHYSIQUE. — *W. Kopaczewski* et *W. Szukiewicz* (prés. par M. d'Arsonval). — **Le rôle de quelques facteurs physiques dans la pénétration électro-capillaire des colloïdes colorés.**

Les colloïdes colorants employés ont été additionnés d'une substance appropriée ayant une propriété physique spéciale, afin d'étudier l'action de ce facteur physique sur la pénétration capillaire du colloïde dans le papier filtre. Les observations faites ont montré que : 1° Dans les expériences électrocapillaires, il faut employer des concentrations les plus faibles possibles, afin de donner aux expériences toute la netteté désirable; 2° Dans l'étude du rôle de la viscosité, il convient dans les recherches comparatives de tenir largement compte du degré de viscosité du milieu; 3° La diminution de la tension superficielle a pour effet une augmentation de la pénétration électrocapillaire des colloïdes dans le papier-filtre; 4° En raison des variations périodiques des propriétés des colloïdes, leur ascension électrocapillaire se comporte de même.

— *A. Boutaric* et *G. Corbet* (prés. par M. Moureu). — **Sur les températures critiques de dissolution des mélanges d'alcool et de quelques hydrocarbures.**

Pour faciliter la détermination de la température critique de dissolution de deux liquides A et B imparfaitement miscibles, on ajoute à l'un des éléments A du mélange une troisième substance C. Par l'application de cette méthode, les auteurs ont déterminé la température critique de dissolution des mélanges formés par le benzène et l'alcool méthylique, le benzène et l'alcool éthylique, les essences de pétrole et l'alcool éthylique. Ils ont observé, notamment, que l'essence et l'alcool absolu ne sont pas miscibles, en toutes proportions, contrairement à l'opinion généralement admise.

— *Eugène Cornec* et *Paul Klug* (transm. par M. G. Urbain). — **L'ébullition des solutions saturées, méthode d'analyse physico-chimique.**

Une solution contenant deux sels est portée à l'ébullition; en se concentrant, elle devient saturée, on observe l'ébullition en présence d'une petite quantité de sel à une température qu'on appelle *température de sel*. Pour déterminer celle-ci exactement, on place la solution dans un thermostat et l'on trace une courbe temps-température. Un agitateur maintient les cristaux en suspension. Etant donné deux sels, on prépare des mélanges en proportions variables, on les fait passer en solution, on détermine les températures de sel et l'on construit une courbe en portant la composition (rapport des deux sels dans le mélange solide) en abscisse et la température de sel en ordonnée.

— *F. Bourion* et *E. Rouyer* (prés. par M. G. Urbain). — **Etude ébullioscopique de l'affinité relative aux complexes engendrés par le chlorure mercurique et les chlorures alcalins.**

Les chlorures alcalins en présence de Cl^2Hg en solution aqueuse à l'ébullition donnent un mélange des deux complexes $[HgCl^3]\ M$ et $[HgCl^4]\ M^2$; les constantes d'affinité relatives à la formation de deuxième type sont $5{,}45 \times 10^{-2}$ pour le potassium et $1{,}31 \times 10^{-1}$ pour le sodium.

Lorsque l'un des sels simples est partiellement associé comme Cl^2Hg ou les sulfates magnésiens, on doit calculer l'élévation correspondante par la règle des mélanges en prenant pour sa concentration la totalité du sel, quel que soit son état moléculaire. Ce procédé donne, dans tous les cas, des résultats plus corrects que celui qui consiste à ne pas y faire figurer les molécules associées.

— *Svend Aage Schou* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur la transformation de l'aldéhyde acétique en sa forme énolitique.**

L'auteur a étudié quantitativement l'absorption des rayons ultra-violets par les solutions neutres, basiques et acides d'aldéhyde acétique, ainsi que les spectres d'absorption du paraldéhyde plusieurs fois fractionné et du paraldéhyde dépolymérisé par une goutte de HCl et dilué dans l'eau.

Les résultats obtenus sont exposés au moyen d'une figure.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *A. Job* et *G. Dussolier* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur les magnésiens phosphinés.**

En faisant réagir la monophénylphosphine sur le bromure d'éthylmagnésium, il se dégage de l'éthane en quantité correspondant à la formation du dimagnésien $C^6H^5P(MgBr)^2$. Les auteurs ont également préparé le phénylphosphinodicarboxylate d'éthyle $C^6H^5P(CO^2C^2H^5)^2$, et le magnésien $(C^6H^5)^2PMgBr$ par réaction de la diphénylphosphine sur le bromure d'éthylmagnésium. Ce magnésien traité par le chloroformiate d'éthyle a donné le diphénylphosphinocarboxylate d'éthyle $(C^6H^5)^2PCO^2C^2H^5$.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Wilmet* (prés. par M. Georges Urbain). — **Sensibité de quelques papiers réactifs du phosphure d'hydrogène gazeux.**

On plonge dans des flacons de 10 l. contenant des atmosphères de concentrations connues en phosphure d'hydrogène, des carrés de papier-filtre de 3mm. de côté, imbibé de différentes solutions : sulfate de cuivre à 10 p. 100; nitrate d'argent N/10; iodomercurate de potassium à 10 p. 100 iodomercurate alcalin (formule de Winckler); sublimé à 5 p. 100. L'hydrogène phosphoré colore en noir les papiers au sulfate de cuivre et au nitrate d'argent. Suivant la quantité de gaz qui a réagi, la coloration, sur le papier à l'iodomercurate neutre varie du jaune au rouge orangé et sur le papier à la solution Winckler, du jaune au jaune noirâtre.

Un tableau donne les concentrations et les variations de teintes suivant les quantités de PH^3.

Les résultats obtenus permettent d'envisager cette technique comme moyen de dosage de traces d'hydrogène phosphoré dans l'atmosphère.

CHIMIE ORGANIQUE. — *C. Dosios* et *G. Leucaditis* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur le mécanisme de la formation des cétones pendant la distillation sèche des sels d'acides organiques.**

On sait depuis longtemps qu'en chauffant des sels d'acides organiques, il y a formation de cétones. Les auteurs étudient le mécanisme de ces décompositions en utilisant la naissance de cétones asymétriques pendant la distillation d'un mélange de poudres de sels de deux acides différents.

— *Charles Prévost* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur la tautomérie de deux dibromures de carbure érythrénique.**

Les résultats obtenus éclairent le mécanisme de la bromuration des érythréniques. Dans tous les cas, on obtient d'emblée, semble-t-il, le bromure 1,2. Celui-ci, en général en état de faux équilibre à la température ambiante, se transforme à une température un peu plus élevée en bromure 1,4, et la réaction deviendrait sensiblement réversible à une température encore plus élevée où les bromures sont détruits. Des substitutions négatives en 1 et 4 augmentent la mobilité du brome en position 4 et diminuent celle du brome en position 2, ce qui favorise la transformation du bromure 1,4 en bromure 1,2.

— *Albert Kirrmann* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur les aldéhydes α-bromées.**

L'auteur a cherché à réaliser quelques synthèses en utilisant une méthode de préparation des aldéhydes α-bromées, qu'il a indiquée dans une Note précédente (*C. R.*, 184, 1927, p. 1178). Les observations qu'il a faites le conduisent à admettre que les aldéhydes α-halogénées réagissent comme si elles contenaient des hatogénures d'acides, même quand on leur fait subir une purification par le bisulfite.

— *M. Tiffeneau* et *Jeanne Lévy* (prés. par M. Béhal). — **Sur la capacité affinitaire du radical para tobyle.**

La fixation de l'acide hypolodeux sur le *p*-tolyldiméthyléthylène et l'isomérisation de l'oxyde dérivé du même carbure montre que la capacité affinitaire du *p*-tolyle, comme celle de l'anisyle, est suffisante pour l'emporter en présence d'un atome d'hydrogène sur deux radicaux méthyles. Toutefois, la capacité du *p*-tolyle reste inférieure à celle de l'anisyle, car dans les glycoles correspondants, seul l'anisyle l'emporte sur deux radicaux méthyles.

L. Franchet

BOTANIQUE. — *J. Costantin* — **Importance économique et agricole des cultures montagnardes tropicales.**

L'auteur a préconisé antérieurement la cure d'altitude contre la dégénérescence de la Pomme de terre. A ce sujet, il indique dans cette Note les résultats obtenus par un pareil traitement à Java, contre le Serch, maladie de la Canne à sucre. C'est par trente-huit ans d'expérimentation agricole en grand que se trouve établie l'efficacité pratique de la cure d'altitude contre le Serch.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *A. Desgrez* et *H. Bierry*. — **Variations avec les régimes dans l'élimination du carbone urinaire chez les diabétiques.**

Les valeurs des deux rapports, carbone total à azote total et carbone résiduel à azote total défalqué de l'azote uréique sont minima pendant la durée du régime équilibré. Dans un tel régime, les protéides, les graisses et les hydrates de carbone doivent figurer en proportions, telles que, tout en satisfaisant les équilibres azoté et cétogénique, la ration apporte un nombre convenable de calories. Si l'on vient à rompre l'équilibre entre les constituants de la ration par un supplément de graisse (beurre, par exemple), l'élimination de l'acide β-oxybutyrique et celle du carbone incomplètement oxydé subissent une augmentation notable.

L'établissement des deux rapports, les dosages respectifs des corps cétoniques et de l'acide cétogène, permettent d'établir, avec une grande précision, la valeur d'un régime pour les diabétiques.

GÉOLOGIE. — *P. Fallot* et *R. Bataller*. — **Sur la bordure nord-est du Massif crétacé du Bas-Aragon.**

Outre le déversement de la chaîne Alcorisa-Calanda contre l'Oligocène qui se trouve au Nord, on note la trace de mouvements plus récents qui ont affecté le Tortonien du bassin de l'Ebre, le plissant en un large synclinal suivi d'un anticlinal auquel correspond, 24 km. au nord d'Alcorisa, le petit sommet jurassique du Puig Moreno. Ainsi, les plissements tardifs que l'on ne connaissait que vers Téruel et la chaîne littorale se sont aussi fait sentir dans le sud du bassin de l'Ebre.

OCÉANOGRAPHIE PHYSIQUE. — *P. Idrac* (prés. par M. J. L. Breton). — **Sur un appareil enregistreur pour l'étude océanographique des courants de profondeur.**

Cet appareil est destiné à obtenir un enregistrement continu de la direction et de la vitesse des courants de profondeur. Il doit être spécialement utilisé cet été à bord du *Pourquoi-Pas?* où le Commandant Charcot se propose d'étudier les fluctuations des courants sous-marins dans la Manche, et sur les bancs de Rockall et de Porcupine.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pierre Gavaudan* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur l'origine et les caractères des éléments oléifères des Jungermaniales.**

Ces éléments oléifères ont une constitution simple ou muriforme, et des dimensions voisines de celles des plastes. Toutes les cellules en contiennent. Généralement, incolorabilité des jeunes éléments par les colorants vitaux. Ces éléments naissent aux dépens du cytoplasme, à l'instar des gouttes d'huile qu'on y rencontre.

HISTOLOGIE. — *A. Ch. Hollande* (prés. par M. Henneguy). **La rénovation de l'hépithélium de l'intestin moyen du Criquet égyptien *Orthacanthacris* (*Acridium*) *ægyptia* L.**

Dans les cellules à grains chromidiaux, ces grains se résorbent à un moment donné, et ces cellules deviennent initiales. Par division caryocinétique de leur noyau, ces cellules donnent naissance aux cellules claires qui formeront une nouvelle crypte de régénération.

ZOOLOGIE. — *Alphonse Labbé* (prés. par M. Henneguy). **Sur l'existence de branchies spécialisées chez quelques Copépodes.**

Chez un Calanide nouveau, très abondant dans l'estuaire de la Loire, et que l'auteur décrira prochainement sous le nom de *Diaptomus ligericus* nov. sp., l'auteur a trouvé de véritables vésicules branchiales, annexées au péréiopode V, et très semblables à celles que l'on rencontre communément chez les Phyllopodes.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *M.* et *Mme Lapicque* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur la réaction électrique des cellules végétales et ses relations avec l'excitabilité.**

A. Waller faisait, à juste titre, du *blaze-current* un signe de vie, mais il l'interprétait comme une manifestation de l'irritabilté cellulaire. Reprenant la question, les auteurs montrent que le *blaze-current* n'est un signe de vie qu'en ce qu'il marque le passage à la mort.

PHYSIOLOGIE. — *Mlle M. L. Verrier* (prés. par M. Bouvier). — **Sur la détermination du champ visuel anatomique chez les Poissons et les Batraciens.**

L'auteur a observé, chez deux truites communes l'existence d'un champ de vision binoculaire moyen de 30° et pour chaque œil un champ de vision indépendante un peu supérieur à 60°.

La Grenouille verte possède un champ de vision binoculaire moyen de 40° et un champ de vision monoculaire voisin de 50°.

— *H. Labbé* et *A. Kotzareff* (prés. par M. A. Desgrez). — **Action du bromure de mésothorium sur la glycémie chez la souris normale et cancéreuse.**

L'injection sous-cutanée de l'émanation du radium provoque, chez la Souris blanche normale, une forte hypo-

glycémie atteignant son maximum entre la troisième et la cinquième heure, suivie d'un retour au taux antérieur vers la vingt-quatrième heure. Le résultat est le même avec le bromure du mésothorium.

En ce qui concerne les souris cancéreuses, un premier lot a bien supporté l'injection et a présenté une hyperglycémie peu marquée, mais qui a persisté, en s'accentuant encore, 24 heures après l'injection.

Un deuxième lot, dont tous les individus sont morts, pendant ou très peu de temps après l'expérience, présentait une moyenne glycémique initiale élevée.

La souris cancéreuse paraît donc réagir tout à fait différemment de la souris normale vis-à-vis de l'injection sous-cutanée de bromure de mésothorium.

ÉLECTRICITÉ PHYSIOLOGIQUE. — *Philippe Fabre* (prés. par M. A. d'Arsonval). — **De l'excitation neuro-musculaire par ondes cunéiformes.**

Les expériences ont porté sur le sciatique de la grenouille en excitation bipolaire par courant descendant (électrodes de d'Arsonval). Pour chaque pente d'établissement du courant il est apparu à l'auteur que trois durées de passage remarquables sont à considérer, autrement dit trois ondes cunéiformes liminaires: Dans cette Note, M. Fabre précise la forme des résultats relatifs à la première onde, c'est-à-dire à l'onde courte, excitatrice par fermeture.

PHARMACODYNAMIE. — *Raymond-Hamet* (prés. par M. Charles Richet). — **Sur l'action cardiaque de l'adrénaline pendant l'excitation du vague.**

L'adrénaline injectée dans le cœur pendant l'excitation électrique du vague provoque l'arrêt cardiaque. Si le vague est excité non plus électriquement, mais par un toxique, comme le chloroforme, l'adrénaline produit également l'arrêt cardiaque; c'est la syncope adrénalino-chloroformique découverte par Lévy et bien étudiée par cet auteur et par Nobel et Rothberger.

BIOLOGIE. — *E. Roubaud* (prés. par M. F. Mesnil). — **L'éclosion de l'œuf et les stimulants d'éclosion chez le *Stegomyia* de la fièvre jaune. — Application à la lutte antilarvaire.**

L'hypochlorite de soude en solutions faibles se révèle comme un excitant de l'éclosion d'une efficacité comparable à celle des diastases. Des œufs demeurés depuis trois mois dans l'eau, sans éclore, éclosent en moins de 24 heures dans une eau javellisée à 1 pour 1000, en 1-6 jours à 1 pour 10.000. Les solutions plus concentrées (1 pour 100) tuent les larves dans l'œuf sans provoquer l'éclosion.

La prophylaxie de la Fièvre jaune tirera partie de l'action exercée par ces solutions sur les œufs et les larves de *Stegomyia* à l'éclosion.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L. Lutz* (prés. par M. Guignard). **Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons hyménomycètes. Le tanin comme antioxygène.**

Le tanin se conduit comme un antioxygène très énergique, principalement dans les cultures de *Stereum hirsutum*, *S. purpureum* et *Polyporus versicolor*. Opposé à d'autres corps phénoliques ou à leurs dérivés, lesquels, pris séparément, sont antioxygènes, gaïacol, naphtol-α en naphtylamine-α, se conduit à leur égard comme antioxygène. L'acide gallique donne les mêmes résultats que le tanin.

La grande oxydabilité du tanin et son pouvoir antioxygène en présence des ferments végétaux sont ainsi démontrés. On s'explique alors la présence si fréquente des tanins oxydés dans les cellules végétales.

PATHOLOGIE. — *X. Chahovitch. V. Arnovljevitch* et *Mlle M. Vichnjitch* (prés. par M. Henneguy). — **Le sucre protéidique dans divers états pathologiques.**

L'hyperglycémie protéidique n'est pas un trouble spécifique d'une maladie. Elle se rencontre toutes les fois qu'il existe un certain degré de nutrition. Elle est l'expression du métabolisme général perturbé sous l'influence d'un agent non spécifique.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *A. T. Salimbeni* et *R. Sazerac* (prés. par M. F. Mesnil). — **Action du bismuth sur le spirochète du Sodoku dans l'infection expérimentale du cobaye.**

Le tartrobismuthate de sodium, en plus de son action préventive remarquable, possède, vis-à-vis du spirochète du Sodoku, un pouvoir curatif qui ne semble pas inférieur à celui des médicaments de la série arséno-benzolique.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Charles Fabry a été élu dans la Section de Physique, en remplacement de M. Daniel Berthelot, décédé.

M. Charles Fabry est sorti de l'Ecole Polytechnique en 1887, Agrégé de physique en 1889, Docteur ès sciences en 1892, il était, en 1904, nommé Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille, en 1914, examinateur à l'Ecole Polytechnique et en 1921, Professeur à la Sorbonne, puis Directeur de l'Institut d'Optique.

Du reste, la carrière scientifique de M. Fabry a été principalement consacrée à l'Optique expérimentale. Ses beaux travaux sur les interférences l'ont conduit, notamment, à établir en collaboration avec A. Perot, un interféromètre universellement employé pour la spectroscopie et la métrologie. Ses remarquables recherches sur l'astrophysique, la photométrie, la photographie, ont été le point de départ de nombreux travaux exécutés par ses élèves ou sous son influence.

Sous sa direction, le Laboratoire d'Enseignement de la Physique à la Sorbonne et l'Institut d'Optique sont devenus des centres actifs des études optiques. Son action s'ajoute à celle de M. Cotton, son collègue à la Sorbonne pour rendre à la science de l'Optique, en France, le rang exceptionnellement brillant que lui avaient donné les physiciens du XIXe siècle.

M. Fabry recevait, en 1925, le prix Osiris et en 1926, le prix La Caze.

— Le Docteur Carrel a été élu Correspondant dans la Section de Médecine et de Chirurgie.

Le Docteur Carrel est né en 1872, à Sainte-Foy-les-Lyon. Il débuta à la Faculté de Médecine de Lyon, comme prosecteur. En 1906, il entrait à l'Institut Rockfeller, à New-York, où il dirige actuellement le service de chirurgie expérimentale. Il s'est fait connaître surtout par ses célèbres travaux sur les transplantations d'organes, la transfusion du sang, les cultures de tissus en dehors de l'organisme. Il est l'auteur de la méthode, si largement utilisée pendant la guerre, d'irrigation des plaies par les hypochlorites en solutions.

Le Docteur Carrel s'est vu attribuer, en 1912, le prix Nobel.

— L'Académie a désigné deux candidats à la place d'Astronome titulaire vacante à l'Observatoire de Paris, ce sont : en première ligne, M. Pierre Salet; en deuxième ligne, M. Paul Fatou.

Fondation italienne pour le développement cultural et économique de la Sicile. — Afin de favoriser le progrès de l'Industrie chimique en Sicile, la *Fondazione per l'incremento culturale ed economico della Sicilia*, a institué deux prix triennaux, l'un de 20.000 lires, l'autre de 5.000 lires à attribuer par concours.

Le prix de 20.000 lires, dédié à *Stanislao Cannizzaro* est indivisible et doit être attribué au meilleur travail sur un sujet proposé.

Le prix de 5.000 lires peut être partagé et doit être attribué aux meilleurs travaux intéressant l'industrie chimique sicilienne sur les sujets choisis par les auteurs.

Les concours sont ouverts aux savants de toutes nationalités. Ils sont jugés par une Commission de cinq membres dont trois appartiendront à la *Fondazione* et deux au Conseil central de l'Association italienne de chimie générale et appliquée.

Le prochain concours, qui sera clos le 28 février 1928, sera doté des prix suivants :

1° Le prix de 20.000 lires, dédié à Stanislao Cannizzaro, sera attribué à l'auteur d'un Mémoire inédit sur la Production de la Cellulose à l'aide des matières siliciennes

2° Un prix de 20.000 lires, dédié à Emanuele Paterno, sera attribué à l'auteur d'un travail inédit sur l'*Utilisation intégrale du citron*.

3° Trois prix de 5.000, 3.000 et 2.000 lires seront attribués, par ordre de mérite aux trois meilleurs travaux sur des sujets, laissés au libre choix des concurrents, mais qui, cependant, intéressent d'une manière particulière les progrès de l'industrie chimique sicilienne.

Les Mémoires devront être envoyés avant le 28 février 1929 (date de la Poste), en double exemplaires dactylographiés, sous plis recommandés à la *Fondazione per l'incremento culturale ed economico della Sicilia*, près la *Direzione Generale del Banco di Sicilia*, Palerme (Sicile).

Comité consultatif des Arts et Manufactures. — M. Lindet, membre de l'Institut, Vice-président démissionnaire du Comité consultatif, a été nommé Président honoraire.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — Le Recteur est autorisé à accepter la donation qui est faite par M. le Dr Gage, citoyen américain, agissant au nom du Comitee American Dormitory at the Cité Universitaire.

1° D'un immeuble à édifier sur les terrains dont l'Université est propriétaire, à Paris, boulevard Jourdan; ledit immeuble estimé à 5 millions de francs et destiné à loger des étudiants des Etats-Unis d'Amérique, faisant à Paris des études dans les établissements d'enseignement supérieur de quelque ordre que ce soit. Cet avantage pourra être accordé, sous certaines conditions de réciprocité, à des étudiants français, ainsi qu'à des savants et des professeurs de nationalité américaine;

2° D'une somme de 25.000 fr., destinée à constituer un fonds de réserve à la fondation « Université de Paris, fondation des Etats-Unis d'Amérique ».

— *Faculté des Sciences.* — Les thèses suivantes ont été soutenues à la Sorbonne pour le doctorat ès-sciences :

20 juin. — M. May : « *Modifications des centres nerveux dues à la transplantation de l'œil et de l'organe olfactif chez les embryons d'anoures.* »

22 juin. — M. Ny Tsi Lé : « *Etude expérimentale des déformations et des changements des propriétés optiques du quartz sous l'influence du champ électrique.* »

23 juin. — M. Laissus (diplôme d'Université) : « *Contribution à l'étude des cémentations métalliques.* »

30 juin. — M. Viennot : « *Recherches structurales dans les Pyrénées occidentales françaises.* »

— *Faculté de Médecine.* — Un concours pour une place d'Agrégé de la Section de Pharmacologie aura lieu à Paris le 5 décembre 1927.

Le registre d'inscriptions sera clos le 5 octobre.

Ecole Polytechnique. — M. Dulac, Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon, ancien examinateur d'admission à l'Ecole Polytechnique est nommé examinateur des élèves pour l'analyse, en remplacement de M. Liouville, admis à la retraite.

— Sont offerts :

1° Pour une période de trois ans, comprenant les concours d'admission à l'Ecole Polytechnique des années 1928, 1929 et 1930, un emploi d'examinateur d'admission pour les mathématiques.

Les candidats audit emploi devront, dans leur demande, faire connaître si, dans le cas où ils ne seraient pas agréés comme examinateurs titulaires (mandat triennal), ils accepteraient leur désignation comme suppléants pour l'année 1928.

2° Pour le concours de 1928 les emplois ci-après :

2 examinateurs suppléants de mathématiques.

1 examinateur suppléant de physique.

1 examinateur suppléant de chimie.

1 examinateur suppléant de langues vivantes (anglaise et allemande).

Pour les deux catégories d'emplois précités, les candidats devront adresser leur demande au Général commandant l'Ecole Polytechnique, 21, rue Descartes, Paris (5e) en y joignant :

Un exposé de leurs titres et services (un imprimé spécial préparé pour cet exposé leur sera remis à la direction des études);

Et une déclaration qu'ils n'ont pas pris part à la préparation de jeunes gens susceptibles de se présenter devant eux aux examens d'admission à l'Ecole Polytechnique, soit par enseignement direct de ces jeunes gens, soit par publications destinées aux élèves du mathématiques spéciales.

Aux termes de l'article 9 du décret du 13 mars 1894, les examinateurs ne doivent participer à aucun des exercices qui ont pour but de préparer les jeunes gens au concours d'admission, ni publier aucun ouvrage sur les matières de l'examen. L'examinateur qui s'écarterait de cette prescription serait remplacé.

Les demandes devront être parvenues à l'Ecole avant le 12 juillet 1927.

Elles seront examinées par le conseil de perfectionnement en vue des présentations à faire au ministre.

Génie rural. — L'examen professionnel exigé pour l'accession des Sous-Ingénieurs au grade d'Ingénieur-adjoint du Génie rural sera ouvert au Ministère de l'Agriculture le 3 octobre 1927.

Les dossiers des candidats, constitués comme il est indiqué à l'article 3 de l'arrêté ministériel du 29 avril 1924, devront parvenir au ministère de l'agriculture (Direction générale des eaux et forêts, 2e partie, 3e bureau), le 10 septembre 1927 au plus tard.

— Un concours pour l'admission comme élève libre à l'Ecole supérieure du Génie rural, dépendant du Ministère de l'Agriculture, s'ouvrira le 26 septembre 1927.

Le nombre des places mises au concours est fixé à quatre.

Il est délivré aux jeunes gens qui ont satisfait aux épreuves de sortie de l'Ecole le diplôme d'Ingénieur civil du Génie rural.

Les candidats au concours devront adresser au Ministère de l'Agriculture, Direction générale des Eaux et Forêts (bureau du Génie rural), avant le 15 septembre 1927, à l'appui de leur demande d'admission :

1° Une expédition authentique de leur acte de naissance;

2° Un certificat de moralité délivré par le maire de la dernière résidence et dûment légalisé, n'ayant pas plus de trois mois de date;

3° Un extrait du casier judiciaire n'ayant pas plus de trois mois de date;

4° Un certificat délivré par un médecin assermenté, attestant que le candidat n'est atteint d'aucune maladie contagieuse et qu'il est physiquement apte à suivre l'enseignement donné à l'école

5° Leurs diplômes ou des copies certifiées conformes de ces diplômes. Les candidats possédant soit le diplôme d'ingénieur agronome ou d'ingénieur agricole, soit le diplôme de licencié ès sciences avec la mention de deux certificats d'études supérieures de mathématiques ou de physique pourront être dispensés d'une partie des épreuves.

Pour tous renseignements complémentaires, concernant les conditions d'admission, le programme du concours et celui de l'enseignement donné à l'Ecole supérieure du Génie rural, les candidats devront s'adresser au secrétariat de cette Ecole, 19, avenue du Maine (15e).

Institut national Agronomique. — Un concours sur épreuves sera ouvert, les vendredi 15 et samedi 16 juillet 1927, à neuf heures du matin, à l'Institut National Agronomique, en vue de constater les aptitudes pédagogiques des candidats à la Section d'application d'Enseignement agricole.

Le programme de ce concours et les conditions d'inscription seront envoyés sur demande adressée au Ministère de l'Agriculture (Direction de l'Agriculture, 1er bureau).

— Un arrêté en date du 15 juin 1927 porte de 200 à 300 fr. la somme versée, à titre de dépôt, au commencement de chaque année scolaire, à la caisse de l'Institut National Agronomique, par les élèves de cet établissement, en vue de faire face aux dépenses occasionnées par les excursions, par le remplacement des objets détruits ou détériorés, par le payement d'une prime annuelle et individuelle d'assurance contre les accidents, et, enfin, par les visites réglementaires du médecin de l'école, en cas d'absence à un examen pour cause de maladie.

Cet arrêté portera effet à partir de la rentrée scolaire d'octobre 1927.

Université de Montpellier. — *Faculté des Sciences.* — Le titre de Professeur sans chaire est conféré à M. Jacques, Maître de Conférences.

— *Faculté de Pharmacie.* — La Faculté est autorisée à accepter la donation faite par son Doyen, M. Massol, d'un titre de rente sur l'Etat, de 200 fr., productif d'un intérêt annuel et perpétuel de 3 p. 100 et dont les arrérages seront affectés annuellement sous le nom de « Prix Massol. — Analyse des médicaments et des substances alimentaires » à récompenser celui des étudiants de quatrième année, qui ayant accompli toute sa scolarité à la Faculté de Pharmacie de Montpellier, aura été classé premier, en vue du Prix des Travaux pratiques, pour la partie des épreuves se rapportant exclusivement à l'analyse des médicaments et des substances alimentaires.

Université de Toulouse. — *Faculté des Sciences.* — La chaire de Chimie agricole (fondation de l'Université) est supprimée.

La chaire de Chimie industrielle est transformée en chaire de Chimie agricole (budget de l'Etat).

M. Clarens, Professeur de Chimie agricole (fondation de l'Université) est nommé Professeur de Chimie agricole (chaire de l'Etat).

Université de Lille. — *Faculté des Sciences.* — Le titre de Professeur sans chaire est conféré à M. Dollé, Maître de Conférences.

Université d'Alger. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — M. Lombard, Agrégé, est nommé Professeur de Clinique chirurgicale infantile et orthopédie, en remplacement de M. Curtillet.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Cours de physique à l'usage des élèves de l'enseignement supérieur et des ingénieurs. Tome II. *Elasticité. Acoustique*, par M. J. Becquerel. In-8 de 428 pages avec 151 figures, J. Hermann, éditeur, Paris, 1926. — Prix : 49 fr.

Nous avons analysé antérieurement le tome I du Cours de Physique de M. Becquerel consacré à la thermodynamique. Le tome II, que nous signalons aujourd'hui à nos lecteurs, traite de l'élasticité et de l'acoustique.

On sait que l'élasticité est l'étude des conditions d'équilibre ou de mouvement des parties élémentaires d'un corps soumis à des forces extérieures. Cette théorie étant développée dans le cours de mécanique, l'auteur se borne à exposer sommairement les notions indispensables pour l'interprétation des phénomènes de l'Acoustique. Il se limite au cas des corps homogènes et isotropes. Après avoir exposé les théories de l'élasticité du point de vue physique et décrit les méthodes permettant de déterminer les constantes élastiques, il donne quelques notions sur la théorie mathématique des phénomènes.

L'étude des ondes qui prennent naissance et se propagent dans un milieu élastique, à laquelle est consacré un chapitre important de l'ouvrage, constitue une transition entre l'élasticité proprement dite et l'acoustique. En effet, parmi les propriétés qui dépendent intimement de l'élasticité de la matière, l'une des plus importantes est la faculté de vibrer. Les vibrations de la matière, pour certaines limites de fréquence, donnent naissance à des sons. Indépendamment de l'intérêt que présentent les phénomènes qu'elle comprend, l'Acoustique fournit des éléments nouveaux pour déterminer les constantes élastiques des corps; de plus, par l'étude des phénomènes périodiques, elle peut, sous ce point de vue de la périodicité, être considérée comme une introduction à l'étude de l'optique. D'où son intérêt didactique.

M. Jean Becquerel envisage l'Acoustique à la manière en quelque sorte classique. Il étudie successivement : l'inscription des mouvements vibratoires, la vitesse du son, l'intensité, la réflexion et la réfraction du son, les vibrations des cordes et des verges, des membranes et des plaques, des tuyaux sonores, la résonance, le timbre, les interférences, les battements, les sons résultants, l'influence

du mouvement de la source et de l'observateur sur la hauteur du son perçu. Un long chapitre est consacré à l'application de l'acoustique à l'art musical.

L'ouvrage se termine par l'examen de problèmes dont la solution a été perfectionnée au cours de la dernière guerre et qui ont été utilisés pour les besoins militaires, mais dont on peut pressentir d'autres applications : l'écoute des bruits dans l'air, sous terre et dans l'eau, le repérage des canons par le son.

En résumé, l'ouvrage de M. J. Becquerel est un exposé d'ensemble, sous une forme relativement condensée, claire et nette, des phénomènes principaux de l'élasticité et de l'acoustique. Il est à recommander aux étudiants de nos Universités et des grandes écoles; les professeurs y puiseront d'intéressantes méthodes d'exposition. A. Bc.

The Internal Constitution of the Stars, par A. S. Eddington. In-8° de 400 pages. Cambridge University Press. — Prix : 25 sh.

L'étude de la constitution intérieure des étoiles aurait paru au siècle dernier une entreprise plus chimérique encore que l'étude des profondeurs de l'espace stellaire. Cependant depuis quelques années le nombre et l'importance des recherches qu'elle provoque s'acroissent de plus en plus, surtout en Angleterre, sous l'influence de M A. S. Eddington et de M. Jeans. Bien près de la moitié des travaux présentés à la Royal Astronomical Society portent sur ce sujet.

A la vérité, comme le remarque M. Eddington, « nous ne sommes pas entièrement privés de communications avec l'intérieur d'une étoile. Un champ gravitationnel en émane, champ que ne peuvent sensiblement modifier, les barrières matérielles qui arrêtent nos instruments d'observation; de plus, l'énergie rayonnant des régions internes à hautes températures finit après maintes transformations par atteindre la surface et par voyager à travers l'espace. A l'aide de ces seuls fils conducteurs, on peut établir une chaîne de déductions particulièrement digne de confiance, car les anneaux en sont les lois les plus sûres de la Nature, la conservation de l'énergie, les lois du hasard et des moyennes, la seconde loi de la thermodynamique, les propriétés fondamentales de l'atome. Il n'y a pas plus d'incertitude essentielle dans les conclusions auxquelles on arrive, que dans celles de tout autre déduction scientifique. »

Comme cette citation le fait pressentir, l'ouvrage magistral que nous signalons à nos lecteurs sera lu avec le plus grand intérêt par les physiciens aussi bien que par les astronomes. Les raisonnements qui guident l'auteur embrassent la plupart des connaissances récentes acquises sur les atomes et le rayonnement et rendent évidents les liens qui unissent la pure physique et l'astrophysique. Les 8 chapitres consacrés à l'étude de l'intérieur des étoiles sont précédés d'un exposé systématique de la thermodynamique du rayonnement et de la théorie des quanta qu'apprécieront tout particulièrement ceux qui ont acquis sporadiquement les idées fondamentales sur la structure de l'atome, mais qui ont besoin de mettre de l'ordre dans leurs connaissances. J. B.

Propagation de la lumière. Théorie de la réflexion vitreuse et métallique, par H. Bouasse. In-8° de 476 pages avec 240 figures. (*Bibliothèque scientifique de l'ingénieur et du physicien*). Delagrave, éditeur; Paris. — Prix : 36 francs.

La première partie de l'ouvrage est consacrée aux divers problèmes que soulève la propagation de la lumière : les déterminations expérimentales de cette vitesse, l'influence des mouvements relatifs de la source et de l'observateur sur la longueur d'onde (principe de Döppler), la propagation dans les corps en mouvement, l'aberration, l'influence d'un mouvement uniforme d'ensemble sur les phénomènes optiques, la théorie optique du Soleil et la constitution de la lumière blanche.

Le deuxième partie traite de la réflexion : réflexion vitreuse, réflexion cristalline, réflexion métallique, réflexion sur un pôle d'aimant.

Toutes ces questions ont une importance fondamentale : Elles sont d'ailleurs très délicates à exposer et, plus que jamais, la précision et la clarté son nécessaires. Aussi les physiciens apprécieront-ils l'ouvrage de M. Bouasse, où ils trouveront minutieusement analysées les nombreuses expériences et les théories relatives aux questions traitées.

Un certain nombre d'entre elles ont été le point de départ des théories de la relativité, pour lesquelles on sait bien que M. Bouasse ne montre pas un enthousiasme exagéré. « Nos bons relativistes ont l'habiture de faire défiler les expériences comme des figurants au théâtre qui repassent 14 fois de suite pour faire une armée. Mais ils se gardent bien de parler de l'expérience du mont Wilson qui prouve l'absurdité de leur papotage. Tandis qu'ils énumèrent toutes les expériences *identiques au fond* qui étayent leurs élucubrations saugrenues, ils suppriment celle qui les démolit. Et cela croit avoir une conscience! En tout cas avant de prendre leur férule et nous faire la leçon, il serait souhaitable que ces messieurs prissent la peine de comprendre le détail de toutes les expériences précédentes. Nous serions débarrassés, pour un temps, de leur bourdonnement de mouches du coche. »

M. Bouasse n'est pas plus indulgent pour les nombreuses théories des corps en mouvement qui ont été proposées. « De théories des corps en mouvement nous possédons une douzaine; un physicien qui se respecte en donne au moins une au cours de son existence. Elles sont toutes bâties sur le même plan : aux mouvements dans l'éther on associe les mouvements de la matière ou des ions liés à la matière : matière et ions entraînent censément avec eux leurs propres modifications. On combine les symboles de manière à obtenir le résultat voulu... et cela fait une théorie des corps en mouvement. »

Le sens critique de M. Bouasse s'exerce d'ailleurs sur toutes les expériences. Il analyse avec soin les résultats et met en évidence leur précision. Ainsi, à propos de la méthode de la roue dentée, qu'on croit ordinairement être très précise, sur la foi de quelques moyennes choisies avec soin il écrit : « Que vaut la méthode de la roue dentée? Tout le monde accorde que dans un milieu non dispersif comme l'air, elle est d'une valeur théorique incontestable. *Mais ses résultats sont médiocres; il semble impossible de les améliorer.* » A. Bc.

An introductory course of mathematical Analysis par C. Walmsey, avec une préface de W. H. Young. In-8 de 293 pages avec figures. Cambridge University Press, 1926. — Prix : 15 sh.

Ce livre est le fruit d'une réoganisation de l'enseignement mathématique à l'Université de Wales (Aberystwyth), conforme aux vues de M. W. H. Young et inspirée par le désir de mettre les étudiants en physique et chimie, après un an de cours, en possession des méthodes courantes de l'Analyse infinitésimale. Pas mal d'entre eux, si nous devons en croire M. Young, ignorent la trigonométrie à leur arrivée .La richesse du livre très substantiel de M. C. Walmsey donne une haute idée de l'effort fourni par ces jeunes gens et de la fécondité de l'enseignement qu'ils reçoivent. Il suffit d'ailleurs d'examiner avec quelque attention les principes qui y président pour juger de leur valeur éducative.

Ce qui frappe tout d'abord l'esprit, c'est la juste place accordée aux notions premières; on a voulu, avec raison, bâtir sur du terrain solide.C'est pourquoi le premier chapitre (près du tiers de l'ensemble) est consacré exclusivement au nombre réel (sous toutes ses formes), aux lois fondamentales de l'algèbre (y compris les égalités et équations, les inégalités et inéquations), aux suites infinies et aux séries infinies. Ces préliminaires opportuns donnent au reste du cours une simple et belle carrure, comme l'atteste la subdivision que voici :

Chapitre II. — Logarithmes.

Chapitre III. — Fonctions (et notamment fonctions trigonométriques).

Chapitre IV. — Calcul différentiel et calcul intégral.

Ce qu'on remarque ensuite, c'est l'abondance des exemples donnés et des exercices proposés. Tous ces problèmes sont des applications immédiates, excellemment adaptées au texte, et qui en doublent la portée.

C'est pourquoi le livre de M. Walmsey est susceptible de rendre en France d'importants services dans l'enseignement des Mathématiques générales et dans l'enseignement similaire des Méthématiques spéciales. Signalons en terminant que la théorie des nombres complexes, laissée de côté dans le texte (avec sagesse, sans nul doute, car il faut savoir se borner) est exposée en appendice. Un index des notations et un index des notions courantes permettent de consulter l'ouvrage d'une manière particulièrement facile et agréable. G. Bouligand.

L'art musical dans ses rapports avec la physique, par Jean Becquerel (Extrait du Tome II du Cours de Physique). Une brochure in-8 de 42 pages. J. Hermann, éditeur, Paris 1926. — Prix : 6 fr.

M. Jean Becquerel a réuni, en une brochure séparée, le chapitre de son traité de physique consacré aux rapports entre l'art musical et la physique. Les notions qu'il y expose, aisément accessibles, intéresseront les musiciens qui voudront acquérir une connaissance précise des bases physiques de leur art. L'auteur étudie successivement : les intervalles, la gamme à tempérament égal, celle de Pythagore et celle de Zarlin, les transpositions exactes de la gamme naturelle, le mode diatonique mineur, les modes grecs et du plain-chant, les consonances et les dissonances, les accords consonants de trois sons, le tempérament; il termine par une discussion sur le problème controversé de la gamme mélodique. A. Bc.

Air liquide. Oxygène. Azote. Gaz rares, par G. Claude. 2e édition, révisée et mise à jour. In-8° de 424 pages avec 164 figures. Dunod, éditeur, Paris 1926. — Prix : 32 francs.

M. Claude nous expose, avec la clarté et l'humour qui font le charme de ses écrits, l'histoire et l'état actuel de l'industrie de la liquéfaction de l'air. La première édition avait paru en 1903. Celle-ci comporte de nombreuses additions où l'auteur a développé surtout les applications de l'air et de l'oxygène liquides, la préparation de l'oxygène à partir de l'air par condensation partielle, la séparation des nombreux gaz, dits rares, de l'atmosphère que M. Claude a pu obtenir en quantités relativement considérables, comme sous-produits dans la séparation de l'oxygène et de l'azote.

L'ouvrage est divisé en 4 parties : 1° la liquéfaction des gaz; 2° la liquéfaction industrielle de l'air; 3° la conservation et les propriétés de l'air liquide; 4° la séparation de l'air en ses éléments.

Comme l'écrit M. d'Arsonval dans la préface : « M. Claude a fait de ces pages, non pas un exposé didactique de l'industrie de la liquéfaction de l'air, mais surtout un exposé de sa tâche et de ses théories personnelles, qui ont singulièrement fait avancer nos connaissances, tant au point de vue scientifique pur qu'au point de vue industriel... M. Claude appartient à cette élite de chercheurs qui joignent à la curiosité toujours en éveil de l'homme de laboratoire l'esprit positif du praticien. Une théorie ne lui semble, à juste titre, complète, que le jour où elle peut affronter victorieusement la redoutable épreuve de l'application industrielle ».

Les recherches que M. Claude expose dans cet ouvrage et dont beaucoup lui sont personnelles prouveraient une fois de plus, s'il en était besoin, toute l'utilité de l'esprit scientifique dans la pratique industrielle. Chaque progrès est la conséquence d'expériences soigneusement méditées et basées sur une connaissance profonde des lois et des théories qui régissent les phénomènes utilisés.

A. Bc.

Cours de géométrie analytique, par B. Niewenglowski, Inspecteur général honoraire à l'Instruction Publique, tome IV. Application des quaternions à la Géométrie analytique. In-8° de 212 pages avec figures. Gauthier-Villars, **Paris.**

D'un usage courant en Angleterre, la méthode des quaternions est utile en Mécanique et en Physique. Mais comme le remarque l'Auteur, la meilleure initiation se fera sur le terrain géométrique, en appliquant la méthode aux problèmes qu'on est habitue à traiter analytiquement. S'inspirant de ce principe, l'exposé de M. Niewenglowski est très agréable à suivre ; la question proprement dite du calcul des quaternions ne demande pour son développement qu'un seul chapitre, et on passe immédiatement, dans les suivants aux applications :

Chap. II : ligne droite et plan;

Chap. III : cercle et sphère;

Chap. IV : coniques;

Chap. V : homothétie et inversion;

Chap. VI : quadriques;

Chap. VII : courbes en général (courbure, torsion, surfaces développables, etc.);

Chap. VIII : surfaces (lignes de courbure, lignes géodésiques, etc.).

Chap. IX : courbure des sections normales.

Le caractère élevé de ces théories montre bien la puissance de la méthode d'Hamilton; le dévelopement magistral que M. Niewenglowski a su lui donner apporte un harmonieux complément à son cours classique : pour ceux qui enseignent les mathématiques spéciales, il constitue comme une invitation tacite, mais très opportune, à accepter parfois les simplifications et les coordinations meilleures issues de points de vue nouveaux et féconds.

G. Bouligand.

Le retour éternel et la philosophie de la physique, par Abel Rey, professeur à la Sorbonne. In-12 de 320 pages. *Bibilothèque de Philosophie scientifique*, E. Flammarion, éditeur, 26, rue Racine, Paris. — Prix : 12 fr.

Le monde n'est-il qu'un perpétuel recommencement ou évolue-t-il dans un sens déterminé pour tendre vers un état final d'où il ne sortira plus? La question n'est pas encore résolue bien qu'elle ait préoccupé les philosophes et les savants depuis qu'ils ont réfléchi sur l'évolution de l'Univers.

Héraclite proclamait : « Tout coule, on ne se baigne pas deux fois dans la même eau. » Anascimène et Anaximandre proclamaient, au contraire, qu'après une période de plusieurs milliers d'années, toutes choses recommencent rigoureusement semblables à ce qu'elles ont été.

Analysant l'histoire des doctrines scientifiques, princi-

palement au XIXe siècle, M. Abel Rey nous expose quelles solutions tour à tour opposées, ces doctrines ont apporté au problème du retour éternel. Pour le mécanisme, le monde est une machine montée une fois pour toute et marchant indéfiniment. Les mêmes phénomènes doivent donc se reproduise à intervalles identiques suivant une évolution cyclique comparable aux évolutions des astres. Si la réalisation par l'homme d'un tel mécanisme est impossible, si toutes les tentatives du mouvement perpétuel ont échoué, c'est que l'homme ne peut atteindre la perfection, dont l'essence est divine.

La doctrine de l'énergie sembla d'abord confirmer les vues mécanistes. Si, suivant le mot célèbre d'Henri Poincaré, quelque chose demeure constant, si l'énergie ne se perd ni ne se crée, on conçoit que l'Univers puisse subsister éternellement identique à lui-même. Mais le principe de Carnot, mis par Clausius en accord avec le principe de la conservation de l'énergie, amena une orientation nouvelle des idées. L'énergie est constante mais sa valeur utilisable diminue sans cesse; elle se dégrade. Le monde tend vers un état où la somme totale des énergies demeurant invariable, plus aucun phénomène ne sera cependant possible.

Tel était l'aboutissement logique de la pure doctrine énergétiste. Mais l'analyse des phénomènes du point de vue cinétique a amené les physiciens à préciser le sens et la portée du principe de Carnot. Ce principe n'est vrai qu'à notre échelle. Il serait en défaut si nous pouvions suivre les molécules elles-mêmes. C'est un principe d'ordre statistique valable en gros pour les systèmes très complexes, mais totalement en défaut dans les systèmes très petits ou trop simples. Il signifie qu'un système tend vers les états les plus probables. Rien n'interdit d'imaginer qu'au bout d'un temps suffisamment long, le hasard n'amène la reconstitution d'un système identique à un système antérieur, même si ce système est complexe.

Le retour éternel n'est donc pas en contradiction avec les conceptions les plus actuelles de la physique. « Ombres des temps passés qui sembliez évanouies pour toujours dans la brume des âges et que la baguette magique de la science évoque à son gré, n'espérez pas le repos, vous êtes immortelles. » (Dr Gustave Le Bon).

Du point de vue philosophique, M. Abel Rey recherche les raisons pour lesquelles l'hypothèse du retour éternel s'est présentée à l'esprit des hommes depuis qu'ils ont cherché à concevoir le réel. « Le critère de l'indépendance complète de l'objet par rapport à notre subjectivité, c'est précisément qu'il doit se suffire complètement à lui-même. Et pour qu'il se suffise complètement à lui-même, il faut que sa loi soit celle du retour éternel, sa nature celle d'une multiplicité régie par le principe d'additivité, d'organisation incessante des éléments avec eux-mêmes : cette nature et cette loi s'impliquent. »

Ce livre curieux et riche de faits mérite d'être lu par tous ceux qui s'intéressent à l'évolution des idées scientifiques et aux doctrines philosophiques qui s'y rattachent.

Me sera-t-il permis de signaler en passant une légère inexactitude p. 58 et suivantes. Le rendement du cycle de Carnot, écrit M. Rey, ne dépend que des différences de température entre la source chaude et la source froide. » En réalité, il dépend du quotient $\frac{T-T'}{T}$ et pour une même valeur de la différence T—T', il diminue lorsque la température T de la source chaude augmente. C'est le quotient $\frac{T'}{T}$ qui le détermine et non la différence T—T'.

A. Bc.

Traité de Géographie physique, par Emmanuel de Martonne, Professeur à la Sorbonne, 4e édition, entièrement refondue. 3 volumes in-8° de 1522 pages avec 494 figures et cartes, 131 photographies et deux cartes hors-texte. Colin, éditeur, Paris. — Prix : 160 fr.

Tome Ier. — Notions générales. Climat. Hydrogaphie. XII-496 pages, 193 figures dans le texte, 12 photographies et 2 cartes en couleurs hors texte.

Tome II. — Le relief du sol. — 562 pages avec 207 figures dans le texte et 95 photographies hors texte.

Tome III. — Biogéographie (en collaboration avec A. Chevalier, Directeur du Laboratoire d'Agronomie coloniale de l'Ecole des Hautes Etudes et L. Cuénot, Professeur de Zoologie à l'Université de Nancy. — 464 pages, 94 figures dans le texte et 24 photographies hors texte).

La 1re édition du très important ouvrage de M. de Martonne parut en 1909, la 2e édition, en 1913 et la 3e en 1920. La rapidité avec laquelle furent épuisées ces éditions successives témoignent du succès de l'œuvre. Chacune d'elles avaient subi de nouvelles additions, de sorte que, pour donner une 4e édition possédant l'ampleur que comporte un sujet, dont le champ devient chaque jour plus vaste par suite des incessantes acquisitions de la science, il devint nécessaire de procéder à une refonte complète des éditions précédentes, tout en conservant le plan primitif de l'ouvrage.

De nombreux points ont été largement développés. Dans le Tome Ier l'étude du Climat et celle de l'Hydrographie demandaient une mise à jour en rapport avec les progrès d'une part de la Météorologie, d'autre part de l'Océanographie. Enfin l'illustration a été en partie renouvelée et les deux planisphères en couleur hors texte ont été refaits et mis à jour.

Le tome II est entièrement consacré à l'étude du Relief du sol. Il traite en 562 pages ce que l'édition précédente traitait en 346; les figures et les photographies ont été, aussi, considérablement augmentées. C'est donc vraiment un ouvrage nouveau que nous donne M. de Martonne : il y développe les exemples régionaux en insistant sur ceux qu'il a personnellement étudiés sur le terrain, en Europe et hors d'Europe; il discute les principaux problèmes que pose l'étude du relief de la France dans laquelle il a pris le plus grand nombre des exemples dont il a besoin pour cette discussion.

Le Tome III traite de la Biogéographie qui a pris une telle place dans la science que M. de Martonne a jugé bon de s'adjoindre la collaboration de deux spécialistes, MM. A. Chevalier pour l'étude de la Géographie botanique et L. Cuénot pour celle de la Géographie zoologique. Ces questions qui, dans l'édition précédente n'étaient, en somme qu'ébauchées, sont traitées ici avec ampleur, et ce 3e volume qui leur est entièrement consacré forme à lui seul un véritable Traité de biogéographique d'une importance capitale : la Géographie botanique que nous donne M. Chevalier initie le lecteur aux plus récentes découvertes relatives à la science des sols, à la sociologie végétale; la Géographie zoologique de M. Cuénot traite en trois chapitres fortement documentés, les milieux biologiques, les associations animales, les habitats aquatiques et terrestres, les régions zoologiques de l'habitat terrestre.

Les géographes, les géologues, les biologistes, les naturalistes, ont, dans l'ouvrage de M. E. de Martonne un puissant instrument de travail dont à l'heure actuelle, ils ne sauraient se passer. Tout autre éloge serait superflu.

L. Franchet.

Le Gérant : M. Hédan.

Impr. P. & A. Davy, 52, rue Madame, Paris.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR EN CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 14 — 65e ANNÉE — 23 JUILLET 1927

JEAN-BAPTISTE DUMAS[1]

Dumas était entré au collège de sa ville natale, à Alais, vers l'âge de huit ans ; l'instruction qu'on y donnait à l'époque était essentiellement littéraire et les études scientifiques des plus rudimentaires. Ses dons naturels, son ardeur, sa persévérance au travail, attirèrent bientôt l'attention de ses maîtres et de ses condisciples, mais un événement secondaire, une injustice commise à son égard, interrompit brusquement le cours de ses études. Frappé violemment à la tête par le Principal accouru dans la classe tumultueuse, et blessé jusqu'au sang, il quitta le collège, et refusa d'y rentrer malgré les supplications et les excuses du Principal qui avait bientôt reconnu son erreur.

Ce fut sans doute une chose excellente pour le jeune écolier. Il devint l'hôte assidu de la Bibliothèque municipale que venait d'enrichir de la façon la plus variée et la plus complète un enfant d'Alais, ancien précepteur à la Cour Impériale. Passionné par la lecture, excité par un ardent désir de s'instruire, le jeune Dumas resta pendant plusieurs années l'unique lecteur de cette bibliothèque publique.

A la même époque, le fils de pauvres vignerons montpelliérains, Balard qui devait devenir un ami de Dumas et son collègue à l'Institut, trouvait dans le grenier de sa marraine, une bibliothèque dépareillée des auteurs français et s'y livrait à une étude approfondie.

Cette self instruction qui ne peut être féconde que chez des esprits d'élite, développe l'appréciation personnelle, habitue à suivre patiemment un auteur dans tout le développement de sa pensée, et réussit beaucoup mieux à créer des inventeurs pénétrants et des esprits vigoureux qu'une éducation en commun ! Celle-ci voulant tout embrasser, ne laissant rien approfondir, consiste surtout à faire lire aux jeunes gens quelques pages choisies et les oblige à accepter sur l'œuvre entière qu'ils ignorent, des jugements imposés qu'ils ne sauraient contrôler.

Les carrières vraiment prodigieuses de Dumas et de Balard, légitiment le succès de cette excellente méthode. Dans une inscription placée au-dessus de son buste, dans la Bibliothèque d'Alais, Dumas confirme cette opinion :

« La faculté qui m'a été accordée dans ma jeunesse, de mettre à profit la Bibliothèque d'Alais, et d'y passer mes heures de loisir, a décidé de ma vie ; par cette fréquentation assidue de nos grands écrivains, j'ai pu, grâce à ce secours, compléter mon éducation littéraire, ébaucher mon éducation scientifique, élargir le cercle de mes idées, et comprendre la loi de la vie, qui est le travail. »

Ajoutons que c'est évidemment par le contact permanent des grands maîtres de la langue française que Dumas acquit cette éducation classique et cette aisance dans l'art d'écrire et de s'exprimer qui devait en faire un incomparable Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences et plus tard le successeur de Guizot à l'Académie Française.

Dumas ne s'enfermait pas seulement à la

(1) Extrait du discours prononcé, le 27 février 1927, par M. le Professeur C. Matignon, délégué par l'Académie des Sciences à la cérémonie de la pose d'une plaque commémorative sur la maison où Jean-Baptiste Dumas, est mort à Cannes.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Bibliothèque d'Alais, il s'exerçait à lire dans le grand livre de la nature et développait cet esprit d'observation qui constitue sans doute l'une des qualités fondamentales de l'inventeur. Les produits de la terre comme les petites industries, étaient des plus variés dans la région ; dans un cercle restreint facilement accessible : prairies, vignes, mûriers, oliviers, gisements de houille, mines de fer, mines d'antimoine, mines de plomb argentifère, or de la Cèze et du Gardon, eaux minérales, verreries, briqueteries, fours à chaux, élevage du ver à soie, plantes tinctoriales, formaient pour lui la plus réaliste des leçons de choses, développaient sa réflexion, élargissaient le champ de ses connaissances pratiques et apportaient à son éducation littéraire des compléments d'ordre scientifique qui devaient constituer les facteurs décisifs de l'orientation de sa carrière.

En vérité, c'était une bonne fée qui avait inspiré la malencontreuse erreur du Principal du Collège d'Alais.

Je m'excuse de m'attarder sur la jeunesse de Dumas, mais on comprendra d'autant mieux, dans un instant, l'abondance de la moisson, que nous serons mieux renseigné sur les qualités de la terre et sur la valeur de la semence. Comme dans la parabole de l'Evangile, la semence tombée en bonne terre va se lever et rendre cent pour un.

L'heure était venue de chercher une situation. Un ami de la famille consulté, conseille de faire entrer Dumas dans une pharmacie. « On a vu, écrivait-il, des chimistes distingués sortir des officines ». L'ami, mieux informé, aurait pu dire que presque tous les chimistes sortaient des officines. Le pharmacien entouré de ses élèves, préparait à lui seul tous ses médicaments, et ces modestes laboratoires constituaient alors presque les seules écoles de préparations et de manipulations chimiques.

Une première tentative à la Pharmacie Bourgogne, à Alais, fut sans résultat, le jeune Dumas n'acceptait pas de rester confiné exclusivement dans des besognes purement matérielles.

Le même ami qui avait des relations à Genève, fait alors admettre le débutant à la Pharmacie Le Royer et bientôt le jeune apprenti de 16 ans quittait Alais et gagnait à pied la ville de Genève, le sac au dos, la bourse légère, mais le cœur plein d'espérance et de confiance dans l'avenir.

L'aristocratie gènevoise avait abandonné depuis longtemps l'épée pour les études désintéressées, les de Saussure, les de Candolle, les Pictet de Rochemond, les de la Rive utilisaient au profit de la science les faveurs de la fortune et chacune de ces familles allait être la souche d'une lignée de savants qui devaient donner à la ville de Genève un rayonnement scientifique éclatant.

Ce fut une bonne fortune, pour le jeune apprenti pharmacien, de rencontrer dans la société gènevoise et particulièrement à la Société de Physique et d'Histoire Naturelle, où Théodore de Saussure, le troisième du nom, avait eu la bienveillance de l'introduire, tous ces esprits éminents, passionnés pour toutes les études et curieux de tous les progrès.

On le voit, la bonne fée n'abandonnait pas son filleul ; aussi quel enthousiasme chez l'étudiant : « Pendant la première période de ma vie, écrit-il à son père, la littérature seule m'occupait ; elle embellissait mes jours et je ne soupçonnais même pas l'existence des hautes sciences auxquelles je me livre maintenant avec un enthousiasme sans bornes. Combien j'étais loin, lors de mon départ, de l'idée qu'un horizon aussi vaste déploierait un jour à mes yeux sa magnificence. Quel serrement de cœur, j'ai éprouvé quand j'ai senti toute ma nullité, toute mon insuffisance, lorsque je vis s'écrouler en un instant l'édifice borné de mon éducation de collège ! A ce premier découragement a succédé une émulation ardente, qui ne m'a jamais abandonné depuis ; je suis avide de voir et de connaître ; j'ai soif de science ! Quelles joies, quelle plénitude de douceur accompagnent le plein exercice de notre intelligence. Sans doute, en est-il du savoir comme de la puissance ; c'est le banquet des dieux, et le souvenir de ses jouissances se grave à jamais dans la mémoire de l'homme qui a pu une seule fois s'y asseoir. »

Dumas utilisait les loisirs de son apprentissage, que Leroyer se plaisait à multiplier, en suivant le cours de botanique et de zoologie de Pyrame de Candolle, celui de physique d'Auguste Pictet et celui de chimie de Gaspard de la Rive ; il avait, en outre, la direction d'un laboratoire annexé à la pharmacie, où Tingry, l'associé de Leroyer, maintenant titulaire, à l'Université, de la chaire de Chimie Appliquée aux Arts, avait inauguré son enseignement. Enfin, il faisait à ses condisciples, élèves comme lui en pharmacie, un cours de chimie où il s'ingéniait, avec des moyens rudimentaires, de répéter devant eux les expériences fondamentales. C'était sur son initiative, que ces jeunes gens s'étaient groupés pour travailler en commun pendant les longues soirées d'hiver : « Nous avons pris un logement, écrit-il alors, qu'un poète venait de quitter et qui nous coûte trois francs par mois. Nous faisons bon feu, et nous lisons tour à tour un mémoire de notre composition. Les discussions à son sujet sont toujours paisibles en raison de la conscience que chacun de nous a de son faible savoir. »

Un modeste salpêtrier de Dijon, Bernard Courtois, venait de découvrir l'iode. Le Dr Cointet, de Genève, avait remarqué que les

éponges calcinées contenaient des matières efficaces pour prévenir ou guérir certains goîtres, il pensa que le nouvel élément pourrait être contenu dans ces éponges et en constituer l'agent thérapeutique actif ; il pria Dumas de rechercher si l'éponge contenait effectivement de l'iode, l'essai fut positif ; l'action bienfaisante de l'iode était reconnue, et Dumas indiquait les formules des préparations iodées ; la teinture d'iode, l'iodure de potassium, l'iodure de potassium ioduré, qui sont encore aujourd'hui à la base de toute la médication iodée. C'était la première application du nouvel élément et ce fut pour Dumas l'occasion de sa première publication : « C'est la première que j'imprime sous mon nom, écrit-il de suite à son père. »

C'est à ce moment qu'il fit la connaissance d'un parent de Leroyer, le Docteur Prévost, un jeune et savant médecin, passionné comme lui de recherches scientifiques et possesseur d'une grande fortune, qui allait lui permettre la réalisation de travaux considérables et coûteux. De cette heureuse rencontre, (car le sort favorisait toujours notre jeune savant), devait résulter dans le domaine de la physiologie animale une collaboration des plus fécondes qui allait illustrer les deux jeunes chercheurs.

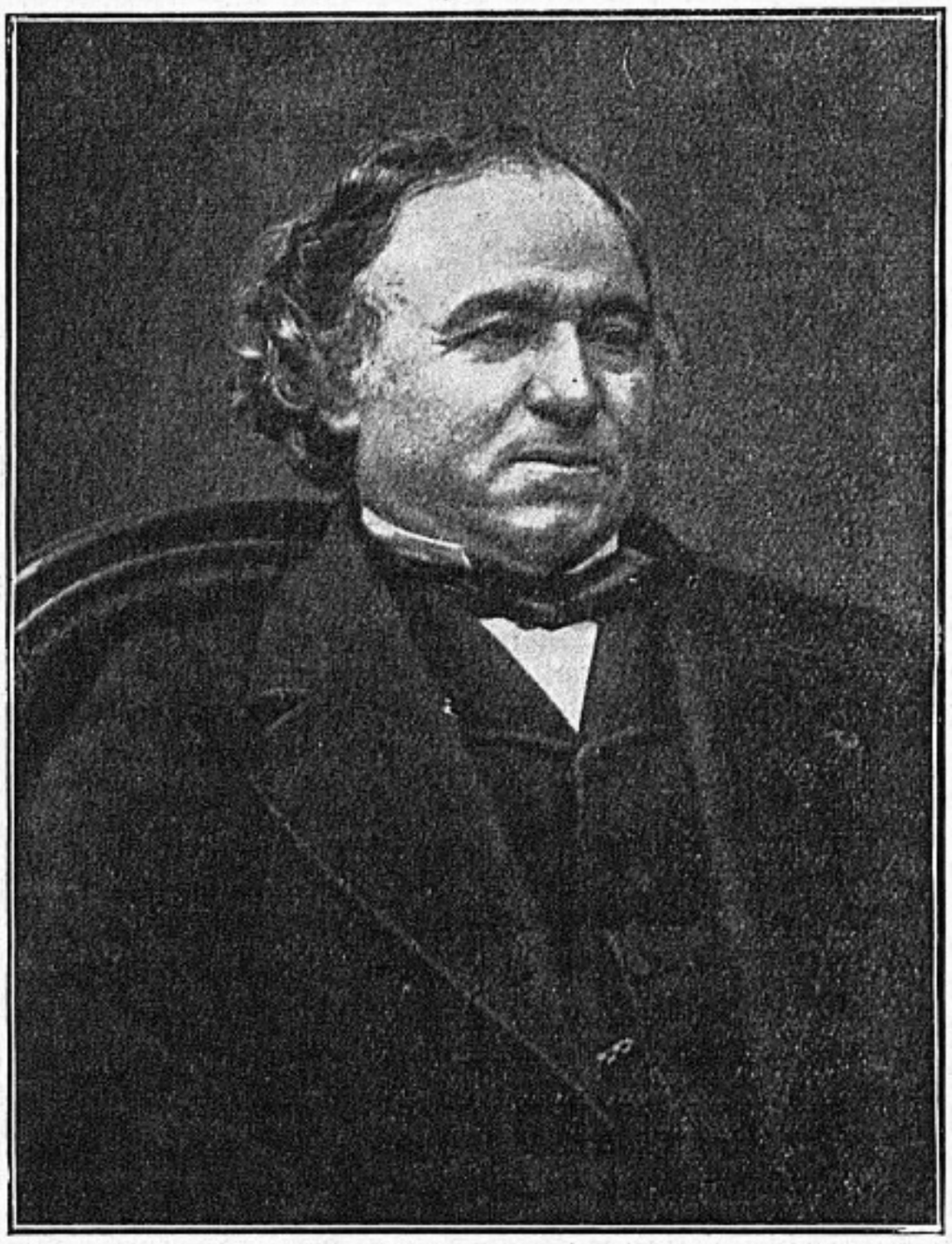


Fig. 152 — Jean-Baptiste Dumas
Membre de l'Académie des Sciences et de l'Académie Française
Né à Alais en 1800, mort à Cannes en 1884

Leurs découvertes vont désormais se succéder avec une rapidité déconcertante.

Ils commencent par l'étude comparée du sang des animaux, créent la méthode d'analyse classique de ce liquide, établissent la méthode pratique de la transfusion, démontrent que l'urée est bien le produit résiduaire de notre chair et de notre sang, que son origine, n'est pas dans les glandes rénales ; que celles-ci ne jouent qu'un rôle de filtre purificateur et réalisent ainsi, suivant l'opinion d'Armand Gautier, l'une des plus grandes découvertes de la physiologie moderne.

Ce n'est pas tout. Ils s'attaquent ensuite au problème mystérieux de la fécondation, observent la formation des spermatozoïdes du mâle et des œufs de la femelle, reconnaissent la nécessité de la pénétration du spermatozoïde dans l'œuf pour en assurer la transformation en embryon, signalent la segmentation du vitellus dans la première phase de développement, et mettent aussi en évidence pour la première fois, tous les traits essentiels de la génération chez les Vertébrés.

Une visite aussi flatteuse qu'inattendue allait décider Dumas à partir pour Paris. Le grand naturaliste, Alexandre de Humboldt, passant par Genève, en avait profité pour entretenir Dumas de ses travaux sur le sang ; au cours de la conversation, il lui fit un tableau enchanteur du milieu scientifique parisien, des facilités de travail qu'on y rencontrait, si bien que Dumas n'hésita pas à quitter ses amis de Genève.

Sur la recommandation d'Ampère, il était bientôt nommé Professeur à l'Athénée Royale, et l'année suivante Arago le faisait élire répétiteur du cours de Thénard à l'Ecole Polytechnique. Pourvu d'une chaire publique, disposant d'un laboratoire personnel, la vaste intelligence de Dumas et son infatigable activité vont pouvoir s'exercer désormais en toute liberté.

A cette époque, Lavoisier avait établi depuis plus de quarante ans, sur les bases solides de l'analyse, la science jusque-là hésitante et purement empirique des vieux alchimistes. La notion d'élément chimique était fermement acquise ainsi que la notion complémentaire de la combinaison dont les lois de Dalton, de Proust, et de Gay-Lussac avaient précisé le caractère. La chimie progressait alors par l'étude systématique des combinaisons réciproques des éléments, éléments dont la liste venait s'accroître de temps à autre à la suite de l'analyse de quel-

que minéral. C'était alors une science essentiellement minérale.

A côté de ces corps minéraux et faisant contraste avec eux, se trouvaient les produits des corps vivants animaux et végétaux : Lavoisier et Berthollet avait montré que malgré l'extrême variété de leurs apparences, ils se révélaient toujours comme composés essentiellement de quatre corps simples, tout-à-fait différents à l'état libre des composés qu'ils engendrent : trois corps les plus répandus de tous, les gaz de l'air et les gaz de l'eau : l'oxygène, l'hydrogène et l'azote, et un corps solide, le carbone qui se présente à nous soit sous forme de houille ou de charbon de bois, soit sous forme de diamants. Dans ce domaine des principes immédiats animaux et végétaux, quoiqu'on eût déjà collectionné nombre de faits, et que Chevreul, en particulier, eût déjà terminé ses beaux travaux sur les matières grasses, on ne connaissait aucune famille, aucune série naturelle, aucune des lois qui régissent les transformations des corps : en un mot, aucune idée directrice n'avait encore été dégagée qui permit de s'orienter dans le champ obscur de ce que nous appelons aujourd'hui la *Chimie organique*.

Dumas guidé certainement par ses connaissances botaniques où la notion de classification tient une place prépondérante, allait s'efforcer d'utiliser les faits scrupuleusement observés et leurs conséquences logiquement déduites, pour grouper tous ces corps d'une façon rationnelle et dégager les directives d'un classement général méthodique.

Le vin, la bière, les boissons fermentées, connus de toute antiquité, renferment un principe actif, l'alcool, ignoré des anciens, dont la découverte remonte à sept ou huit siècles. On savait que cet alcool engendre par déshydratation un oxyde éthérifiable, par oxydation l'acide acétique, principe du vinaigre, et par combinaison avec ce vinaigre un éther composé. Dumas, avec son élève, Péligot, démontre que l'esprit de bois possède toutes les propriétés de l'alcool ordinaire, il fournit lui aussi et dans les mêmes conditions que ce dernier un oxyde éthérifiable, un éther composé, un dérivé acide ; Dumas en conclut que c'est un nouvel alcool. Puis, avec une intuition vraiment géniale, il découvre, dans le blanc de baleine et dans l'huile de pomme de terre, deux nouvelles substances qu'il caractérise comme alcools, c'est-à-dire auxquelles il reconnait tous les caractères chimiques de l'alcool du vin.

Ces quatre alcools constituent le premier groupe naturel, de la chimie organique ; c'est la première lueur dans l'obscurité, Dumas distingue nettement les rapports de propriété et de composition qui relient ces divers corps entre eux et généralisant sa classification, il l'étend à leurs produits d'oxydation, les acides, dans le groupe desquels il fait entrer les acides gras de Chevreul. Ainsi, à la série des alcools vient se superposer la série des acides et dans chaque série, les alcools, comme les acides, diffèrent les uns des autres par un nombre constant d'atomes de carbone et d'hydrogène.

C'est la découverte de la loi fondamentale des classifications en chimie organique ; c'est la notion capitale de l'homologie à jamais dégagée des faits, notion à laquelle Gherardt va bientôt donner son plein développement.

La connaissance des seuls corps minéraux avait conduit Lavoisier à concevoir toute combinaison comme formée de deux éléments immédiats qui sont eux-mêmes ou des corps simples ou des corps composés d'un degré inférieur. Berzélius, le grand savant suédois, qui dominait alors de toute son autorité la chimie contemporaine, avait adopté cette conception de Lavoisier et l'avait ensuite renforcée et développée par l'hypothèse électrochimique, d'après laquelle les deux générateurs de la combinaison sont chargés d'électricités de signes contraires qui s'attirent et se saturent au moment de leur union. Il l'avait ensuite étendue à la constitution des molécules organiques. Cette théorie erronée, la théorie dualistique, comme on l'appelait, était alors sans danger à cause de l'ignorance totale des chimistes touchant cette constitution, mais elle menaçait, par l'autorité même dont elle était investie, de stériliser dans l'avenir, tout le travail des chercheurs en les conduisant à une interprétation inexacte.

La théorie dualistique, et par là même son défenseur, allaient trouver, dans le jeune chimiste français, un adversaire tenace, dont la prudence, la modération, la clarté, la sûreté de jugement allaient assurer le triomphe le plus éclatant et ranger définitivement à ses côtés le savant suédois, chargé d'années et de gloire.

Dumas établit en effet que dans une molécule organique hydrogénée, un autre élément, comme le chlore, peut se substituer à l'hydrogène, atome à atome, sans modifier le type de la molécule. L'acide acétique, par exemple, peut abandonner un, deux ou trois atomes d'hydrogène et les remplacer par un, deux ou trois atomes de chlore, les dérivés ainsi obtenus possèdent toujours la fonction acide et conservent dans leurs propriétés chimiques l'allure générale de l'acide générateur. D'après cela, les propriétés des corps tiennent moins à la nature de leurs constituants qu'à l'arrangement réciproque de ces constituants. Dans l'édifice d'une molécule organique, on peut remplacer certaines pierres par des pierres d'essence différente, sans en changer la physionomie.

Dumas venait d'énoncer la loi de substitution, d'en déduire la théorie des types d'où devait dériver logiquement la théorie des radicaux et

comme conséquence le développement des formules de constitution.

Non seulement cette loi de substitution jetait une lueur éclatante sur les composés du carbone, mais elle frappait mortellement la théorie électrochimique en montrant qu'un élément chargé négativement comme le chlore pouvait jouer le même rôle qu'un élément chargé positivement, comme l'hydrogène.

La célèbre hypothèse énoncée par Avogadro et Ampère, que des volumes égaux de corps gazeux contiennent le même nombre de molécules, établissait une relation du plus haut intérêt pratique entre les grandeurs moléculaires relatives des différents corps et leur densité de vapeur. Cette quantité physique prenait donc une importance capitale dont on n'avait pas encore su tirer parti, et cela d'autant plus que Berzélius, interprétant faussement l'hypothèse initiale, attribuait la proportionnalité de ces densités à la grandeur atomique des éléments.

Dumas crée d'abord une méthode élégante et précise pour effectuer la mesure de ces densités, établit ce point essentiel, que les molécules élémentaires sont elles-mêmes des composés, qu'elles sont pour la plupart polyatomiques et que la formule de tout corps simple ou composé doit toujours représenter ce qui entre dans un volume de ce corps pris à l'état gazeux. Cette relation entre la densité de vapeur et la grandeur moléculaire des corps prenait une importance grosse de conséquence ; elle fixait la grandeur des molécules et entraînait les notions d'isomérie et de polymérie ; mais toutes les conséquences n'en furent pas saisies et développées à l'époque, et ce fut seulement beaucoup plus tard que ces beaux travaux de Dumas produisirent leur plein effet.

Les découvertes fondamentales de Dumas étaient accomplies ; il avait doté la chimie organique de la notion de fonction ; désormais, tous les composés du carbone venaient se ranger en séries homologues ; la loi de substitution et la théorie des types avaient déblayé le terrain des théories surannées, et allaient conduire à la notion de radical, point de départ de nos formules de constitution. Enfin, la densité de vapeur apportait un critérium certain pour l'établissement des formules moléculaires et faisait désormais correspondre, sans ambiguité possible, à tout produit organique, un édifice rigoureusement établi. Que de lumières jetées dans le champ de cette chimie des composés du carbone.

Pour mieux comprendre toute l'intensité de la révolution opérée par Dumas, il faut relire la description qu'il a donnée lui-même de cette chimie organique au moment où lui et son émule, Liebig, allaient y porter tous leurs efforts :

« L'étude des matières organiques, écrit-il, « n'avait jusqu'alors fourni que des règles sans « portée. Nous nous étions élancés, Liebig et « moi, avec la plus vive ardeur dans ce domaine « encore inculte ; la nature de la plupart des « combinaisons était encore ignorée ; leurs « différences, leurs analogies, leurs connexions « étaient couvertes d'un voile. Pour voyager, « pour nous reconnaître à travers ces terres « inexplorées, nous n'avions ni boussole, ni « guides, ni méthodes, ni lois... Ce que nous « cherchions, c'était à poser des jalons, à ouvrir « des chemins... Nous savions bien qu'au mo- « ment de cette rénovation de la chimie orga- « nique, il s'agissait moins de découvrir de « nouveaux corps que de mettre à leur place « les objets et les phénomènes connus. »

Dumas prenait ainsi une place hors pair parmi les fondateurs de la chimie organique ; il en avait établi les premières assises et tracé les grandes voies directrices. Désormais assurée sur des bases inébranlables, cette chimie allait prendre son plein essor avec les recherches d'un jeune chimiste, Berthelot, qui, par la synthèse chimique, allait mettre en évidence toute la puissance créatrice de cette science et en étendre le domaine à l'infini, dans tous les sens et dans toutes les directions : quelle que soit la durée future de l'humanité, tous les chimistes de l'avenir sont assurés de pouvoir créer sans cesse de nouveaux corps sans rencontrer jamais ni barrière, ni frontière qui soient susceptibles de les arrêter dans leur action créatrice.

Quelle reconnaissance ne devons-nous pas à ces grands esprits, à ces puissants génies qui ont ouvert de telles voies à l'humanité et fait disparaître un peu de ces mystères dans lesquels nous sommes emprisonnés. Quelle que grande que soit notre reconnaissance, elle ne sera jamais à la hauteur de notre dette.

Dumas établissait ensuite la classification des métalloïdes en cinq groupes naturels ; classification qui devait être étendue plus tard par Chancourtois et Mendelef, à tous les éléments, elle allait apporter le premier argument de fait à la vieille conception philosophique de l'unité de la matière. Est-il besoin de rappeler ici la place importante qu'à prise dans notre science le développement de l'idée de Dumas ? C'est autour de cette classification générale que se sont développées toutes nos connaissances sur la constitution des atomes, que l'unité de la matière a été définitivement établie, ainsi que la possibilité de la transmutation des éléments, le rêve millénaire de tous les alchimistes.

Dumas fut un expérimentateur de premier ordre. Ses mémoires sur la détermination des nombres proportionnels du carbone, de l'hydrogène ; sur la composition de l'air, effectuées en collaboration avec ses élèves Stas et Boussingault, restent des modèles d'expérimentation, de rigueur et de logique scientifique. C'est par

la lecture et la méditation de ces grands mémoires classiques et de ceux de son élève Stas, le plus précis des chimistes, que s'est faite l'éducation des chimistes contemporains. C'est à cette école de haute précision que continueront de s'instruire et de s'initier aux méthodes de notre science tous les jeunes savants de demain.

Jusque là, les savants travaillaient le plus souvent d'une façon isolée, leur action se limitait à celle de leur enseignement ; entourés d'un ou de deux aides, ils se livraient à leurs recherches dans la solitude. Dumas comprit la nécessité pour hâter le progrès de la science et augmenter le rendement individuel, de créer des laboratoires où le Maître suggérerait des recherches, discuterait les essais effectués en commun, et faciliterait ainsi, en contribuant au progrès de la science, la formation scientifique de ses collaborateurs.

Dans ce but, il installe de ses propres deniers, rue Cuvier, sur un terrain appartenant à son beau-père, Alexandre Brongniart, un laboratoire privé où il reçoit des élèves à titre purement gratuit. C'est dans ce sanctuaire, plein de vie et d'activité scientifique, où s'effectuèrent la plupart des travaux de Dumas, que vinrent s'initier à la recherche expérimentale, un grand nombre de savants français et étrangers qui allaient à leur tour devenir des centres de rayonnement de la pensée française ; Malagutti, Békétoff, Piria, Stas, Melsens, Cannizzaro, dont nous fêtions récemment le centenaire de la naissance au Panthéon de Palerme, Aimé Girard, de Luynes, Wurtz, Cahours, Peligot, Bouïs, Ste-Claire Deville, Victor Regnault, Pasteur. Toute cette pléiade d'hommes éminents, dont quelques-uns sont parmi les plus grands, ont été les élèves de Dumas.

Professeur à la Sorbonne, dont il fut le Doyen ; au Collège de France où il suppléa Thénard malade, en 1836 ; à l'Ecole de Médecine, à l'Ecole Polytechnique et à l'Ecole Centrale, dont il fut l'un des fondateurs, Dumas fut partout un Professeur incomparable : il n'a jamais été remplacé.

Pasteur et Armand Gautier ont décrit l'un et l'autre, d'une façon magistrale la manière du Professeur, et les sentiments et l'émotion qu'il savait éveiller dans l'esprit de ses auditeurs.

Au moment de la Révolution de 1848, Dumas était à l'apogée de sa gloire scientifique, toutes les Sociétés savantes du monde entier lui avaient ouvert leurs portes, l'Académie des Sciences avait depuis douze ans déjà consacré sa réputation en l'appelant à occuper le fauteuil de Serullas. Mais cette révolution devait donner à l'activité de Dumas une orientation inattendue.

L'arrondissement de Valenciennes, convaincu qu'il trouverait en lui un représentant compétent pour la défense des intérêts des producteurs de sucre de betterave, le choisit pour son député à l'Assemblée Législative et la même année, le Prince président l'appelait au Ministère de l'Agriculture et du Commerce.

Dumas quittait pour longtemps ses recherches expérimentales, il abandonnait son laboratoire de la rue Cuvier et bientôt ses divers enseignements à la Sorbonne et à l'Ecole de Médecine, pour mettre à la disposition du Gouvernement de son pays sa compétence technique, son esprit méthodique, ses relations dans tous les milieux européens, son jugement sûr, son infatigable ardeur et son instinct profond des intérêts de la nation.

Sénateur sous l'Empire, Président du Conseil Municipal de la Ville de Paris, Inspecteur Général de l'Enseignement Supérieur, Président du Conseil de l'Instruction Publique, Président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, Président de la Commission des Monnaies, Président du Comité de Perfectionnement de l'Ecole Centrale, Directeur de la Monnaie, dans toutes ces hautes situations, il rendit au pays les plus éclatants services.

M. Armand Gautier nous en a donné la brève énumération que je reproduis ici :

« Député, il défend l'industrie sucrière ; il étudie et discute les méthodes de l'enseignement public. Ministre de l'agriculture, il règle le commerce des grains, de la boucherie, des engrais ; il favorise l'élève du bétail ; il encourage et vulgarise les pratiques de l'irrigation et du drainage ; il fonde l'enseignement public de l'agriculture ; il organise le Crédit Foncier, etc... Sénateur, il lit de fréquents rapports sur l'assainissement des pays marécageux, la loi des brevets d'invention et marques de fabrique, l'exploitation des forêts, celle des eaux minérales. Il organise l'instruction primaire et supérieure ; celle de la médecine et de la pharmacie. Il éclaire les discussions publiques sur les routes forestières, le reboisement des montagnes, la télégraphie, la refonte des monnaies de cuivre et d'argent. Président du Conseil Municipal, il contribue à toutes les améliorations de la voie parisienne. Il transforme l'hygiène de la ville, son système d'égoût, son éclairage. Il dote Paris d'eaux de source abondantes. Résultat surprenant ! car il avait contre lui le Conseil presque entier, tous les ingénieurs de la ville, sauf Belgrand, auteur du projet, plus que cela, la tradition. La nymphe de la Seine plaisait aux Parisiens. Ils oubliaient complaisamment que, sous les ponts de la Cité, elle recevait volontiers de compromettantes visites. Dumas montrait bien, chiffres en main, que chaque trente mètres cubes d'eau du fleuve en recevaient un d'eau d'égoût ; on pérorait, on pointillait, on hésitait, on invoquait l'usage immémorial. C'est alors qu'il eut l'idée d'une démonstration topique. Il fit remplir deux grands

flacons semblables de 10 litres d'eau du fleuve et de 10 litres d'eau de la Dhuis, les fit sceller et mettre sous clef. Un mois après, il déposait ces deux témoins sur la table des délibérations du Conseil. L'eau de la Seine était devenue verdâtre, marécageuse, puante, c'est ce qu'on proposait de faire boire aux Parisiens. L'eau de source était restée claire, limpide, agréable. La Commission municipale comprit, en effet, cette leçon de chimie à sa portée, le projet Belgrand fut adopté et la vie de milliers d'hommes épargnée, grâce à cette heureuse inspiration. »

Après la chute de l'Empire, la carrière politique et administrative de Dumas se trouve brusquement interrompue. Il revient à la Science pour y exercer désormais une véritable magistrature. Comme Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences, il apporte dans toutes les discussions entre confrères une hauteur de vue, une modération et une sagesse qui calment les plus animés. Très zélé pour ses devoirs académiques, il excelle à retracer la vie de ses anciens collègues et à mettre en lumière leur œuvre. St-René Taillandier le recevant à l'Académie Française lui disait à ce sujet : « Les éloges que vous avez prononcés sur vos confrères de l'Académie des sciences sont présents à tous les souvenirs. Quelle sûreté de vue et quelle largeur ! Vous jugez le savant comme le jugera l'avenir, et parlant de l'homme contemporain vous excellez à mettre en lumière les traits qui le font aimer. Toutes ces pages sont d'un écrivain, quelques-unes d'un peintre et d'un poète. »

A côté de ses fonctions académiques, Dumas n'abandonne pas les questions d'intérêt public ; il constitue au sein de l'Académie une Commission pour l'étude de la maladie de la vigne provoquée par le phylloxera, il décide Pasteur à accepter la mission d'aller étudier dans le Midi la maladie des vers à soie. Il fait commencer une analyse générale et détaillée du sol de la France ; crée un organisme chargé d'établir la composition de toutes les eaux minérales.

La science est essentiellement une œuvre collective internationale, les découvertes du savant débordent les frontières de son pays et étendent leurs bienfaits au monde tout entier. Aussi Dumas exerce-t-il une véritable royauté scientifique mondiale ; on l'appelle à la présidence de toutes les grandes assemblées scientifiques internationales ; il préside à Carlsruhe le Congrès chargé d'établir les bases d'une nomenclature chimique universelle, il préside la Commission Internationale du mètre et fait accepter par dix-neuf Etats sur vingt le principe du mètre et du kilogramme français, enfin il préside la Conférence monétaire Internationale.

En 1882, l'Académie des Sciences faisait frapper une médaille d'or pour célébrer le cinquantième anniversaire de son entrée à l'Académie. En la lui remettant, le Président Jamin terminait ainsi son discours :

« Quand on récapitule les travaux que vous avez accomplis, les services de toute nature que vous avez rendus, les découvertes que vous avez faites, les leçons que vous avez données dans toutes les chaires, les œuvres littéraires que vous avez écrites, les idées que vous avez semées, toute cette existence enfin, qui n'a jamais connu le repos, on s'étonne que vous n'ayez pris qu'un demi-siècle pour remplir un aussi vaste programme, et quand on a le bonheur de vous voir et de vous entendre, on s'émerveille qu'un demi-siècle de travaux sans trêve vous ait encore laissé tant de jeunesse à dépenser. C'est que, de toutes les passions humaines, celle de l'étude est la plus saine, qu'elle laisse aux organes toute leur force, à l'esprit toute sa sérénité, car elle est la sagesse. »

Et Dumas qui retrouvait parmi ses confrères beaucoup de ses anciens élèves lui répondait en évoquant le souvenir de ses années d'enseignement : « Vous avez raison ! Il faut honorer le professorat, car la parole est une puissance ; car du haut de sa chaire publique, le Professeur remplit une mission sacrée. Sa conviction loyale et pénétrante échauffe les cœurs et élève les âmes vers les régions désintéressées de l'idéal. Il réfléchit l'état présent de la science comme un miroir fidèle, il prépare les découvertes de l'avenir, il fait revivre les grandes traditions d'un passé glorieux. Ouvrant son cœur tout entier et toute sa pensée à ses auditeurs, il leur apprend à aimer la vérité, à respecter le Génie, à chérir la Patrie et à la bien servir. Quiconque s'est vu entouré d'une jeunesse attentive s'enflammant aux accents du Maître, vibrant à ses émotions, s'élançant pleine de foi vers les conquêtes signalées à son ardeur, celui-là, croyez-le bien, a connu les plus nobles jouissances de l'âme humaine. »

Le dernier acte scientifique de Dumas fut sa présidence du Congrès International des Electriciens. Ce fut un triomphe pour la science française. Le Congrès avait rassemblé, à Paris, les plus grands savants étrangers, lord Kelwin, Tyndall, Crookes, Tait, Williams Siemens, Gladstone y représentaient l'Angleterre ; Hehlmoltz, Kirchoff, Clausius, Werner Siemens, Dubois-Raymond, représentaient l'Allemagne ; Gilbert Govi, l'Italie. Un tel aéropage scientifique ne s'était jamais trouvé rassemblé. Le Congrès définissait les unités des différents facteurs qui caractérisent l'état électrique, il désignait les cinq unités les plus importantes par les mots *ampère*, *volt*, *ohm*, *farad* et *coulomb*, voulant par là mettre à l'honneur le nom des fondateurs de l'électricité, Ampère, Coulomb,

Volta, Faraday, Ohm. Dans cette répartition comprenant deux Français, un Italien, un Anglais et un Allemand, la France avait été avantagée grâce à l'intervention de Dumas.

Les travaux du Congrès allaient d'ailleurs donner à l'électricité une impulsion qui devait en faire la fée souveraine de l'époque contemporaine.

Quel chemin parcouru depuis le jour où le jeune Jean-Baptiste sillonnait la route d'Alais à Genève portant religieusement comme un pieux viatique le billet laconique que lui avait remis son père au départ :

« Mon fils cadet partit d'Alais pour Genève le 26 avril 1817 ; je le recommande à Dieu, souverain protecteur des voyageurs. »

Ah ! La prière du père avait été exaucée, le souverain protecteur des voyageurs n'avait pas abandonné Dumas au cours de sa longue carrière. En mettant en œuvre ses qualités naturelles, en leur faisant donner leur plein rendement et en y joignant un labeur opiniâtre et ininterrompu, Dumas avait dépassé toutes les espérances. Le travail, cette grande loi de la vie, suivant son expression, il en avait fait l'idée directrice de ses actes en adoptant comme devise, cette maxime provençale :

« *Quau travaio fai soun Mas.* »
« *Qui travaille fait sa Maison.* »

Jeunes gens qui m'écoutez, n'oubliez pas que tous les grands esprits, tous les inventeurs géniaux, tous ceux qui ont imprimé à l'humanité ses directives dans la voie du progrès, que tous sans exception ont été avant tout de grands laborieux et que rien ne s'édifie sans un travail acharné. Le travail porte d'ailleurs avec lui sa récompense puisqu'il nous procure, par surcroît l'une des plus grandes joies de l'existence, Dumas nous en a donné à plusieurs reprises d'éloquentes manifestations.

Ainsi, s'est déroulée cette longue vie de Dumas tout entière, consacrée à la science et aux grands intérêts de l'humanité, sur laquelle Pasteur a prononcé ce jugement définitif que je rappelle en terminant :

« Il est un petit nombre d'hommes aussi bien faits pour le travail silencieux que pour les débats des grandes Assemblées. En dehors des études personnelles qui leur assurent dans la postérité une place à part, ils ont l'esprit attentif à toutes les idées générales et le cœur ouvert à tous les sentiments généreux. Ces hommes-là sont l'esprit tutélaire d'une nation. Dumas en fut, dès sa jeunesse, un type souverain. »

Camille Matignon,
Membre de l'Académie des Sciences,
Professeur au Collège de France.

L'ÉVOLUTION DES CONSTRUCTIONS NAVALES

Malgré les progrès réalisés par l'archéologie préhistorique, nous sommes encore fort mal renseignés sur les origines de la navigation. Les plus anciens documents qui sont parvenus jusqu'à nous, en ce qui concerne l'Europe tout au moins, seraient les pirogues monoxyles trouvées dans les lacs de la Suisse, et dont certaines pourraient appartenir à la fin de la période Néolithique, immédiatement avant l'Age du Cuivre. Elles remonteraient donc à une époque située vers 3500-3000 avant J.-C.

En Crète, les fouilles ont fourni des barques votives, copiées vraisemblablement sur les barques réellement en usage. La plus ancienne, de forme rectangulaire, à fond plat, appartient à l'Age du Cuivre (vers 3000 av. J.-C.). Nous connaissons plusieurs autres types de bateaux crétois, mais appartenant à l'Age du Bronze. L'un des plus curieux, et qui dénote déjà une évolution considérable, est celui qui figure ici (fig. 153). Il appartient au 4e Age du Bronze (vers 1400-1100 av. J.-C.). Les navires dont il est question dans les légendes d'Homère sont approximativement de même époque (la prise de Troie eut lieu vers 1180) ; la navigation était donc pratiquée depuis longtemps, car si la civilisation néolithique connaissait déjà la navigation fluviale ou lacustre, il est certain que les peuples maritimes, du même stade de civilisation, naviguaient également le long des côtes.

Il est du reste très probable qu'avant l'usage

Fig. 153. — Bateau Crétois de l'Age du Bronze.
(Musée de Candie. *Photo Franchet*)

de la pirogue monoxyle, le vulgaire radeau fait d'un assemblage de troncs d'arbres a été longtemps utilisé.

Après ces humbles débuts de la navigation, on va voir ce qu'est devenue, aujourd'hui, la construction d'un navire.

Pendant de longs siècles, les progrès de l'Architecture Navale consistèrent uniquement dans

l'accroissement des dimensions et l'amélioration des formes des navires, dans le perfectionnement des procédés de construction, enfin dans le développement des moyens de propulsion : mâture, voilure, gréement. Et longtemps aussi l'armement des navires de guerre comprit seulement l'éperon, les flèches, le feu grégeois (1) . sur les *châteaux* d'avant et d'arrière prenaient place les archers, frondeurs, arbalètriers.

L'invention des armes à feu dota le navire de moyens offensifs plus efficaces (2). D'abord simple citadelle flottante, le navire (grâce au développement de ses qualités manœuvrières, dû lui-même aux progrès dans la construction de la coque et l'établissement du gréement) put

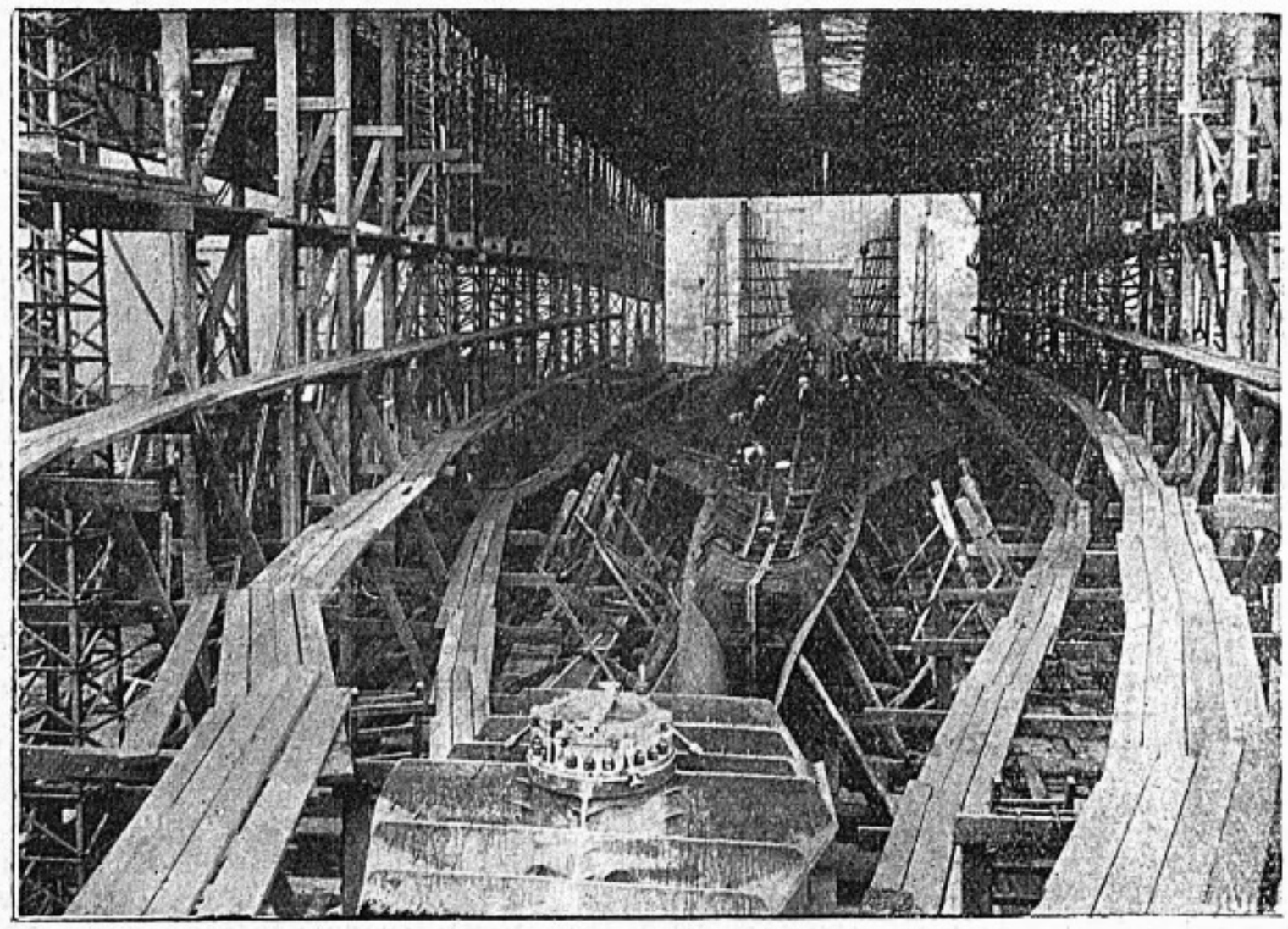


Fig. 154. — Les étapes de la construction d'un navire moderne (croiseur)
1. Quille, étrave, étambot

pendant plusieurs siècles, et malgré de nombreux perfectionnements de détail, un flotteur en bois de formes et de dimensions variables, muni essentiellement : 1°) de moyens de propulsion et d'orientation : voiles et gouvernails ; 2°) de moyens de navigation : compas, loch ; puis sextant, chronomètres, cartes, éphémérides ; 3°) de moyens offensifs : canons.

Il faut atteindre le dernier siècle, avec le développement accéléré des applications de la science à l'industrie, pour voir le navire de combat évoluer de façon sensible, et tout le matériel naval se transformer dès lors, ou se différencier, avec une rapidité croissante.

Résumant les étapes principales de cette évolution, on peut citer :

devenir l'objet d'une stratégie et d'une tactique particulières.

Le navire n'en demeura pas moins encore

La cuirasse ; la propulsion à vapeur ; la mine ou torpille automatique.

La construction en fer ; l'hélice ; l'obus explosif.

Le cuirassé ; la tourelle ; le croiseur protégé.

Les progrès de la métallurgie : acier de construction, acier à canon, à blindage. Chaudières multitubulaires à haute pression et machines rapides.

Le torpilleur ; la torpille automobile.

Les poudres progressives sans fumée ; l'artillerie à tir rapide ; les explosifs puissants ; les blindages cémentés.

Le sous-marin ; le contre-torpilleur ; le croiseur-cuirassé.

(1) Pétrole ou résine enflammés qu'on lançait avec des flèches. C'est à l'aide de ces engins, notamment, que l'empereur Constantin IV, en 670, incendia la flotte des Sarrasins devant Coñstantinople.

(2) La poudre à canon, que les Arabes et les Turcs empruntèrent aux Chinois pour s'en servir contre les Grecs et les Croisés, était utilisée, dès le XI^e siècle, par les Tunisiens dont les vaisseaux étaient munis d'engins « lançant le feu au milieu d'un bruit semblable à celui du tonnerre... » Quant à son emploi pour les armes à feu proprement dites, il date de la seconde moitié du XIV^e siècle.

La stabilité des grands navires de combat : théories modernes.

L'électricité ; le projecteur ; la T. S. F.

La torpille à réchauffage et à guidage par gyroscope.

La turbine et la chauffe au pétrole ; le moteur à combustion interne.

Les appareils d'optique : télémètre, périscope.

L'accroissement des tonnages. Le croiseur de bataille.

La protection contre les torpilles ; le dragage des mines.

Le sous-marin de croisière ; le sous-marin pose-mines.

Le développement des instruments de précision ; compas gyroscopique, direction de tir et télépointage, écoute sous-marine, sondage par sons et ultra-sons, radiogoniométrie, etc...

L'aviation et l'aéronautique maritimes.

Le chasseur de sous-marins ; la vedette rapide ; le dragage rapide (paravanes) ; la grenade, les appareils fumigènes, le camouflage.

Le porte-avions ; la catapulte.

La limitation des tonnages et des calibres (Washington) ; etc.

*
* *

L'Architecture Navale fut d'abord un art pur. C'est-à-dire que ses procédés reposaient essentiellement sur l'inspiration individuelle et les traditions d'Ecoles. Par le labeur intuitif et expérimental ainsi accumulé se constitua une discipline qui ressortissait encore à l'*empirisme*. Ce sont les recours de plus en plus nombreux à la *méthode scientifique*, ainsi qu'aux résultats des sciences déjà constituées, qui firent de cet empirisme une *Technique* véritable, ordonnée et raisonnée.

A l'époque moderne, cette Technique elle-même se trouve soumise, quant à la réalisation de ses objectifs militaires et scientifiques, à des conditions d'ordre industriel et financier : d'ordre économique en un mot, qui viennent accroître la complexité du problème.

Telle est, *en raccourci*, après son évolution historique, l'évolution philosophique de l'Architecture Navale. Au stade actuel de cette évolution, en définitive, cette branche importante de l'industrie et de l'art militaire met simultanément en jeu 3 facteurs, qu'il importe de balancer aussi harmonieusement que possible : le facteur *militaire*, le facteur *scientifique* ou *technique*, le facteur *économique*.

*
* *

Dans la période moderne, donc, le navire de guerre fut de plus en plus pour la science une des sources fécondes de ses progrès, et le champ privilégié de ses applications. On a pu dire qu'il représentait « la plus magnifique synthèse de l'industrie humaine ». (1)

La France a joué dans le progrès des Constructions Navales un rôle particulièrement éminent. C'est, en France, notamment, que furent construits le premier navire de guerre à hélice (*le Corse*, 1834) ; le premier vaisseau à vapeur rapide (*Napoléon*, 1852) ; le premier cuirassé (*Gloire*, 1859) ; le premier croiseur-cuirassé (*Dupuy-de-Lôme*, 1888) ; les premiers sous-marins (*Plongeur*, 1860 ; *Gymnote*, 1887 ; *Narval*, 1896), le premier torpilleur à grande vitesse (*Forban*, 31 *N*, 1895) ; etc.

Lors du cinquantenaire de l'*Institution of Naval Architects*, célébré à Londres en 1911, on a pu entendre le célèbre constructeur anglais Sir W. White s'exprimer ainsi : « La France a été en marine la grande initiatrice. En disant que c'est chez elle que la science navale s'est faite, et que c'est de là que sont venues toutes les idées neuves et originales, je ne fais qu'énoncer simplement une vérité reconnue de tous ».

Dans le *Brassey's Naval Annual* de 1923, Sir Eustace d'Eyncourt rappelle de même que, jusqu'à la première moitié du XIX[e] siècle, les navires de guerre anglais ne se perfectionnaient que par imitation des dispositions adoptées par la marine française. Et dans la fondation de l'Ecole d'Architecture Navale anglaise, dont il donne l'historique, ou dans ses progrès successifs, c'est « la France, toujours à la tête du progrès scientifique », dit-il, qui servit de modèle à l'amirauté britannique.

La dernière guerre, on ne le sait que trop, en obligeant la France à concentrer la plus grande partie de son effort sur les besoins de l'armée de terre, l'ont condamnée à négliger sa marine militaire (2). Les incertitudes et les difficultés de l'après-guerre ont aggravé encore cette situation. Mais le redressement s'opère activement. Et aussi fortement éprouvée qu'elle ait été au point de vue « quantité », la marine française n'a rien perdu de sa « qualité ». C'est à un jugement anglais, peu suspect de partialité, que nous demanderons ici encore d'en faire foi.

« On avait pu craindre, après la guerre, que *The Engineer*, à propos de la mise en chantier des unités figurant à la tranche du programme naval de 1926-27 :

« On avait pu craindre, après la guerre, que les services techniques aient gravement souffert

(1) MARBEC. XX[e] conférence de la « Technique Moderne » novembre 1911.

(2) Les arsenaux et établissements de la Marine, on doit le rappeler à ce propos, eurent alors à assumer, outre l'entretien de la flotte et la construction de petites unités, la fabrication d'une fraction importante du matériel nécessaire à l'armée de terre.

du départ d'un grand nombre d'ingénieurs dans les chantiers navals privés ; mais l'exécution du programme naval montre qu'ils n'ont rien perdu des hautes qualités qui ont toujours caractérisé les techniciens de la rue Royale. Il est certain que les bâtiments récemment achevés confirment pleinement les traditions de la construction navale française. Des croiseurs légers comme le *Duguay-Trouin*, le *Primauguet*, le *La Motte-Picquet* ; des destroyers comme le *Tigre* et le *Chacal* ; des torpilleurs comme le *Simoun* sont des créations qui révèlent une expérience approfondie des conditions de la guerre moderne ».

*
* *

Avant la dernière guerre, les unités dont se composaient les flottes militaires des différentes nations étaient conçues en partie d'après des principes nouveaux (croiseur de bataille, sous-marin, aviation, etc.), qui n'avaient point reçu la consécration d'une épreuve décisive. Les sanctions apportées depuis lors, par la guerre de 1914, restent d'autre part très incomplètes. C'est ainsi que l'aviation est loin d'avoir fait ses preuves, tant en ce qui concerne l'éclairage et la direction du tir, que l'attaque par bombes ou par torpilles. S'en tenir, à cet égard, aux leçons de la guerre, conduirait évidemment à sous-estimer l'efficacité de cette arme nouvelle (1).

Au contraire, la suprématie du sous-marin, qui parut être l'enseignement principal de cette guerre, tenait en réalité à des circonstances particulières et momentanées ; notamment 1°) au blocus général auquel l'Allemagne était soumise, et au rôle de corsaire que joua dès lors uniquement et délibérément sa flotte sous-marine ; 2°) au fait que la révélation, récente encore, des moyens d'action du sous-marin, n'avait pas permis d'*équilibrer* cette arme offensive nouvelle par les armes défensives adéquates. Cet état d'équilibre se trouve au contraire sensiblement réalisé maintenant, par le développement des moyens de détection et de destruction du sous-marin.

Corrélativement, les bâtiments de ligne, paralysés en partie par cette immunité momentanée du sous-marin, ne purent, au point de vue stratégique, donner toute leur mesure. Aux points de vue tactique et technique même, le petit nombre des engagements, et le fait que le plus important d'entre-eux : la bataille du Jutland, demeura inachevé, font qu'on ne dispose finalement que de renseignements très incomplets pour aiguiller les programmes futurs.

Dans l'état actuel de la question, le « capital-ship » (cuirassé ou croiseur de bataille) demeure, jusqu'à plus ample informé, l' « épine dorsale » d'une flotte de guerre. Mais il est bien évident que son destin est entièrement subordonné à l'efficacité *réelle* des moyens de défense dont il sera possible de le munir, contre les

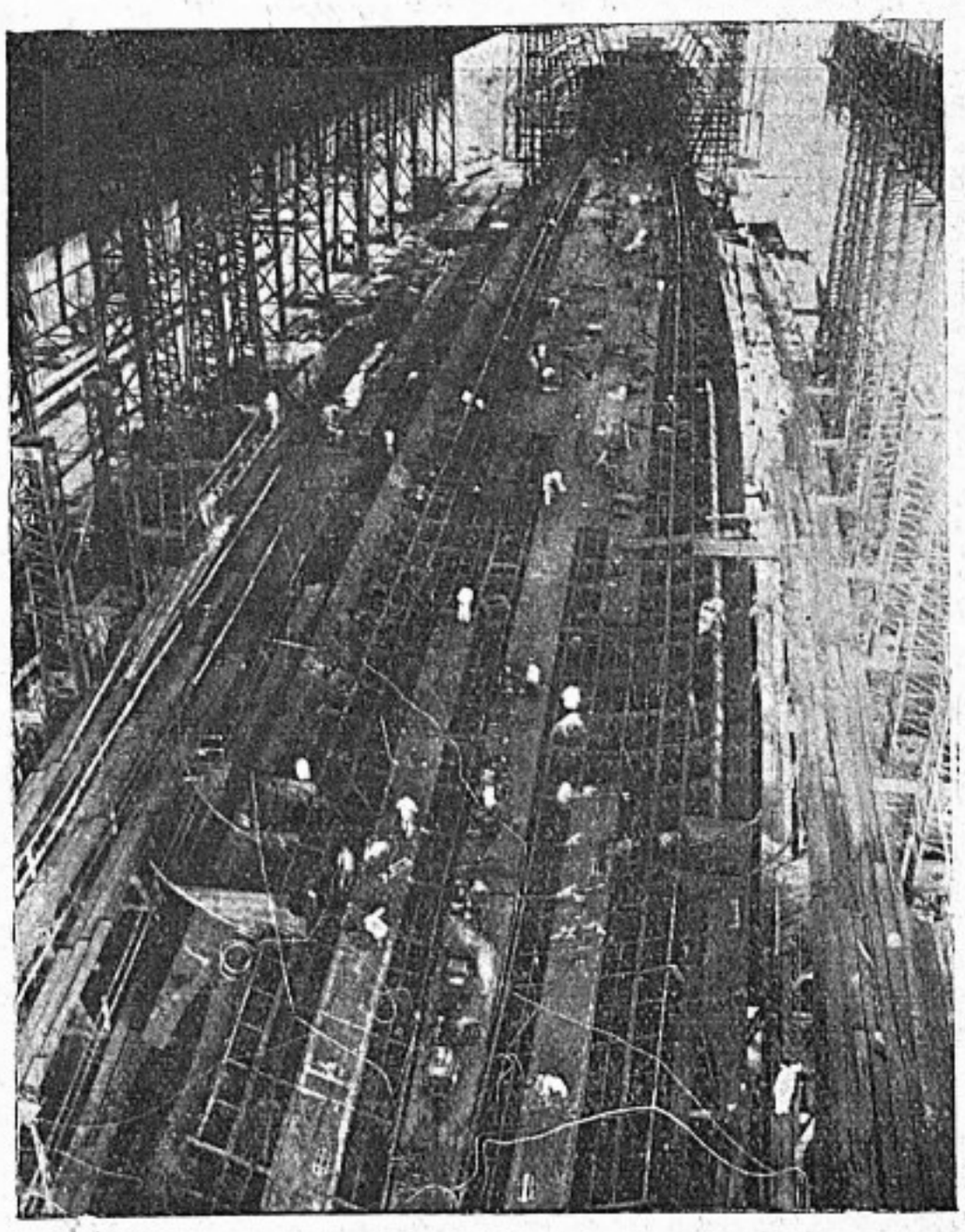


Fig. 155. — 11. Membrures e double coque

nombreux engins, de plus en plus perfectionnés, que l'ingéniosité des techniciens accumule contre lui. Et il est non moins certain que, dans l'ordre défensif comme dans l'ordre offensif, un avantage manifeste est assuré à la nation qui, comme le recommande en particulier lord Fisher, aura pu garder secrets, jusqu'à la dernière heure, non seulement ses plans stratégiques ou tactiques, mais aussi ses projets et ses possibilités techniques.

Discussion méthodique, et méthodique expérimentation, telle est donc la tâche qui s'imposait tout d'abord aux marines militaires, avant de prendre des décisions trop radicales au sujet des constructions futures. Or, dans le même temps que ces opérations s'amorçaient et se poursuivaient, la convention limitative de Washington est venue ajouter aux problèmes

(1) Comme conséquence on ignore à peu près tout de l'usage stratégique et tactique possible des porte-avions. « The best manner in which these vessels can be used in war has still to be found. » (Admiral of the Fleet Sir D. Sturdee; *Strategical and tactical considerations governing warship design; Transactions of the Institutions of Naval Architects*, avril 1924).

déjà posés au tacticien et au technicien, des conditions nouvelles. *La course à la quantité*, que pratiquaient avant la guerre les marines richement dotées, et la marine anglaise en tout premier lieu, est muée en *course à la qualité*, qui était naguère le principal recours des marines aux budgets plus parcimonieux, et de la marine française, notamment.

On étudiera brièvement dans ce qui suit, pour les différents types de bâtiments qui subsistent dans les flottes modernes, l'évolution de leurs caractéristiques principales, tant dans

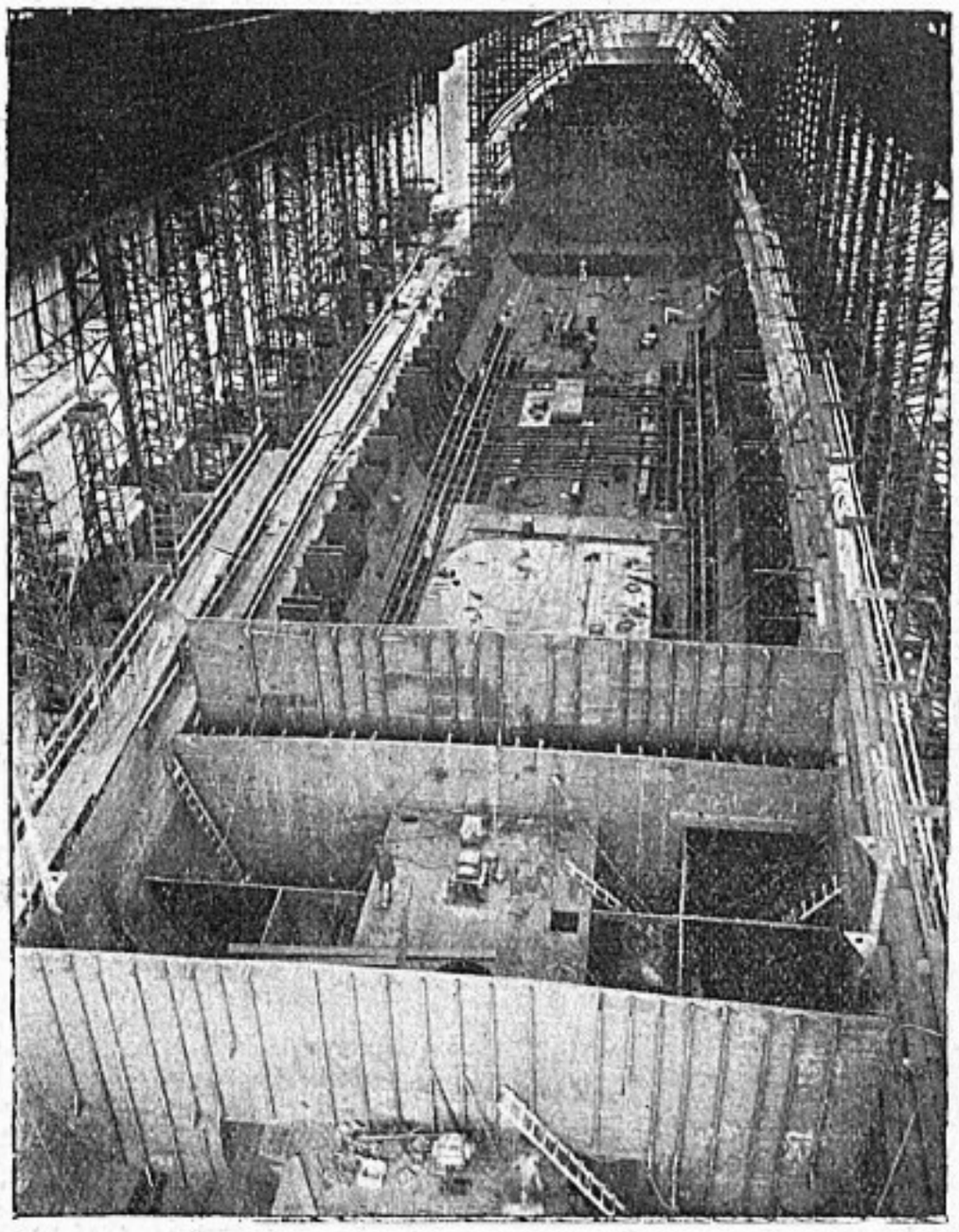


Fig. 156. — III. Cloisons transversales

leur genèse antérieure que dans leur présente orientation.

On verra se dessiner, dans cet exposé, quelques-unes des lois qui ont régi cette évolution. Et, en particulier : 1° l'étroite dépendance réciproque entre la tactique et la technique. Ainsi que le faisait observer, en effet, l'Amiral Sir Cyprian Bridge, au cinquantenaire des *Naval Architects* : « Le tracé d'un navire traduit l'expression des idées tactiques d'une époque. La Tactique et l'Architecture Navale sont tellement inséparables que l'on peut, en considérant la succession des types de navires d'une époque, en conclure quelles étaient les idées tactiques du moment. » 2° Le mode de balancement des conditions plus ou moins contradictoires à satisfaire, à chaque degré de la conception et de la réalisation, par un « *compromis harmonieux* », de plus en plus exactement dosé, entre ces diverses conditions. 3° L'équilibre rythmique entre ces deux thèses extrêmes : la spécialisation des fonctions d'une part, leur association d'autre part. 4° Le mode d'adaptation général de la méthode scientifique à l'industrie et à l'art militaire, etc.

*
* *

I. — Le batiment de ligne.

A) *Type ; Déplacement ; Coque.* — Depuis les 6.000 tonnes de la *Gloire* (1858), le déplacement du cuirassé s'est accru progressivement. Après une première limitation, admise *a priori*, au voisinage de 12.000 t. (et qui conduisit à de véritables tours de force de construction : *Charles-Martel*, *Charlemagne*, *Suffren*), une nouvelle course aux tonnages, des 15.000 t. des *République*, aboutissait en moins de 20 ans aux 42.000 t. du *Hood* ou de l'*Indiana ;* même aux 48.000 t. des *Super-Hood* (projet 1921). La convention de Washington ramenait enfin à 35.000 t. le déplacement maximum du « capital ship ».

Au cours de cette évolution, le cuirassé se transformait rapidement, bien entendu, en raison des progrès considérables de la science et de l'industrie. Il donnait, en outre, naissance à un type hybride : le croiseur-cuirassé. Souvent très réussi au point de vue technique, celui-ci constituait un échelon intermédiaire entre l'éclaireur et le bâtiment de ligne, dont l'efficacité fut annihilée par l'avènement ultérieur d'un type nouveau : le croiseur de bataille. Celui-ci n'est d'ailleurs qu'un croiseur-cuirassé auquel on a osé donner tout le déplacement nécessaire pour qu'il soit *à la fois*, véritablement, *croiseur* et *cuirassé*.

Quels sont les caractères distinctifs de ces deux types de bâtiments ? Le cuirassé est le navire de combat dans lequel on s'est instinctivement efforcé de réaliser l'*équilibre maximum* entre les principales qualités stratégiques et tactiques : armement ; protection ; vitesse et rayon d'action ; cela, bien entendu, dans le cadre défini par les possibilités techniques de l'époque. Dans le croiseur, au contraire, les deux premières qualités sont, de propos délibéré, sacrifiées à la troisième, mais dans une mesure qui demeure forcément assez arbitraire.

C'est cette « mesure » qui évolue, les conceptions successives étant finalement *jugées* par l'issue des combats au cours desquels elles ont pu s'affronter. A cet égard, les batailles des Falkland et du Dogger Bank furent significatives : on peut dire que, non seulement les croiseurs de bataille anglais y détruisirent les

croiseurs-cuirassés allemands (*Scharnhorst, Gneisenau, Blücher*), mais que le *type* croiseur de bataille y anéantit le *type* croiseur-cuirassé.

La comparaison entre le croiseur de bataille et le cuirassé, au contraire, fut seulement ébauchée à la bataille du Jutland : grande supériorité de manœuvre du premier, mais vulnérabilité sensiblement plus grande aussi, tels furent les caractères relatifs que cet engagement révèla, ou plus exactement confirma. Résultat favorable au total au croiseur de bataille ; mais seulement dans le cas d'une flotte jouissant d'une *supériorité* numérique appréciable en bâtiments de ligne. Pour toute marine ne disposant pas d'une telle supériorité, le « capital-ship » du proche avenir semble devoir consister dans une nouvelle étape de l'évolution résumée ci-dessus : dans un nouveau *compromis* entre le cuirassé et le croiseur de bataille : cuirassé plus rapide que celui d'avant-guerre (25 à 28 N); ou si l'on veut croiseur de bataille mieux protégé que les grandes victimes du Jutland : *Queen-Mary, Invincible, Indéfatigable*. Telles seraient au reste les plus récentes unités anglaises, encore en cours de construction : *Nelson* et *Rodney* (qui représentent des « Super-Hood » ramenés au tonnage de Washington par réduction de la vitesse), si cette réduction de vitesse n'était pour eux, en fait, plus importante que celle qui est envisagée ci-dessus (23 N).

On se trouve ainsi conduit, en somme, à la reconstitution sur des bases techniques nouvelles (et avec la répercussion qui en résulte sur les qualités tactiques fondamentales) du navire d'*équilibre fonctionnel maximum*. Et, en effet, un raisonnement simple, que confirme d'ailleurs une étude plus approfondie (1), montre qu'en l'absence d'un objectif *particulier* défini, le capital-ship normal doit être conçu de manière à « équilibrer ses chances ». Si l'on appelle P le pouvoir offensif du bâtiment, M sa valeur manœuvrière au double point de vue stratégique et tactique (qui dépend donc avant tout de la vitesse et du rayon d'action), I son invulnérabilité relative, le produit P. M. I., qui représente la puissance efficace globale du bâtiment, doit être maximum.

Or, la somme des poids affectés à ces caractéristiques ou *fonctions* principales du bâtiment de ligne est constante (tonnage limite de Washington, par exemple). Et, pour un état donné de la technique navale, les puissances efficaces particulières : P, M, I, correspondant à ces diverses fonctions étant proportionnelles aux poids, il en résulte que la somme P+M+I est elle-même constante. On en déduit immédiatement que le produit en question sera maximum lorsque les poids seront répartis aussi *également* que possible entre ces diverses fonctions (égalité relative, bien entendu, c'est-à-dire en tenant compte des coefficients de proportionnalité, ou si l'on veut des « poids spécifiques » propres aux diverses installations, dans l'état actuel de la technique).

*
* *

A mesure que croissait le déplacement du « capital-ship », ses dimensions absolues augmentaient bien entendu, mais ses proportions

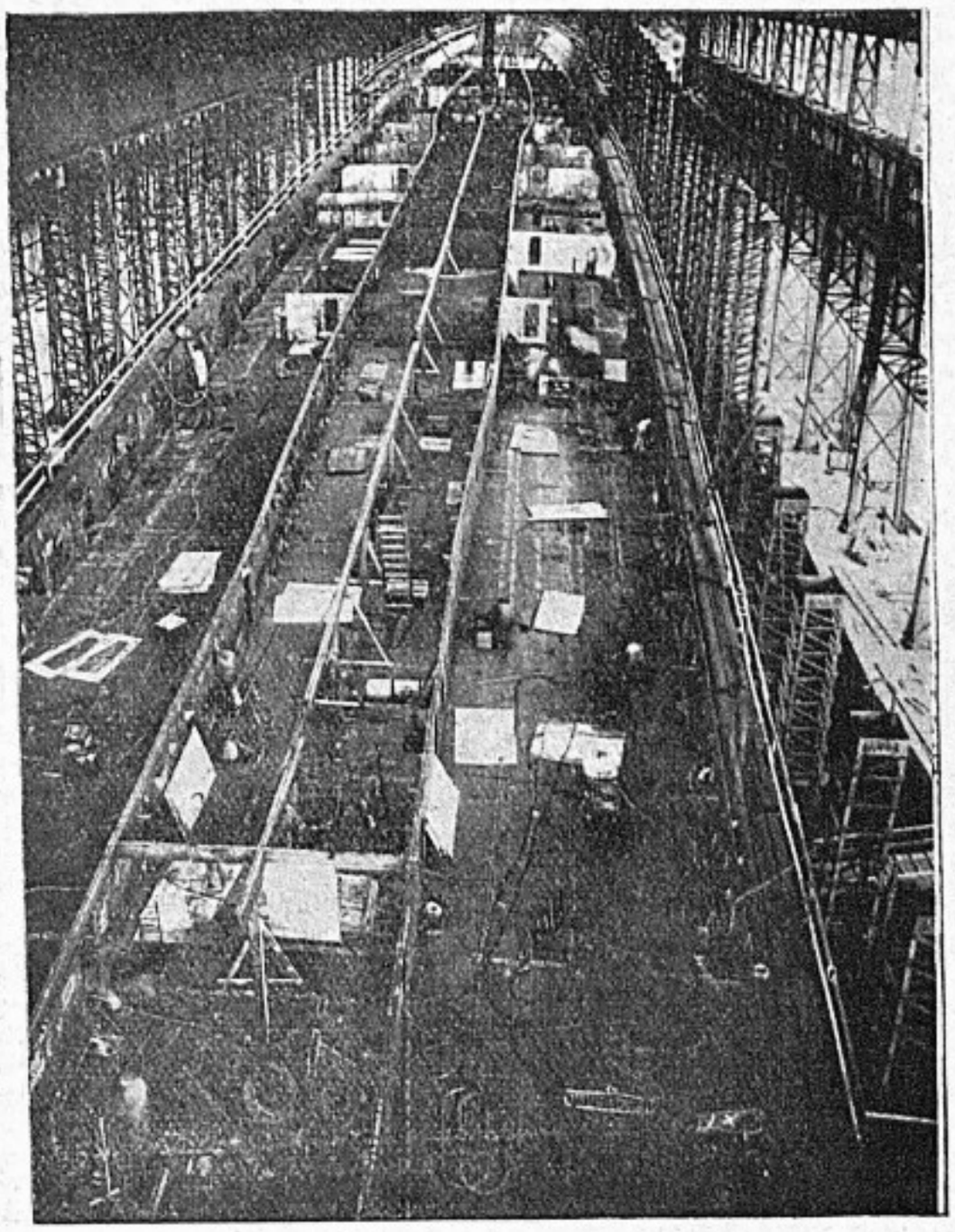


Fig. 157. — IV. Entrepont supérieur

variaient aussi. L'accroissement des vitesses conduisait, en effet, à un affinement des coques, dont les formes sont déterminées, d'une manière générale, par un *compromis* entre plusieurs conditions plus ou moins contradictoires : tirant d'eau maximum imposé par les dimensions des bassins et ports ; résistance des carènes et qualités évolutives ; stabilité et qualités nautiques ; résistance mécanique de la coque, etc.

Ces caractéristiques sont déterminées, pour tout navire en projet, par une discussion méthodique des résultats obtenus sur les bâtiments précédemment construits, discussion à laquelle

(1) Cf. *Bulletin de l'Association Technique Maritime*, 1923 : Pour une méthode d'étude synthétique du matériel naval.

tous les procédés de la science sont appelés à concourir, en les *adaptant* convenablement au but pratique poursuivi : depuis la théorie mathématique plus ou moins poussée du phénomène (flexion des coques ; stabilité) jusqu'à l'expérimentation véritable, plus ou moins étayée elle-même de théorie (résistance des carènes : essai de petits modèles et similitude mécanique).

Le caractère *général*, précisons-le à ce propos, de cette adaptation de la science à la réalisation technique est le suivant : alors que la science pure poursuit toujours le maximum d'exactitude absolue, la science appliquée se borne à

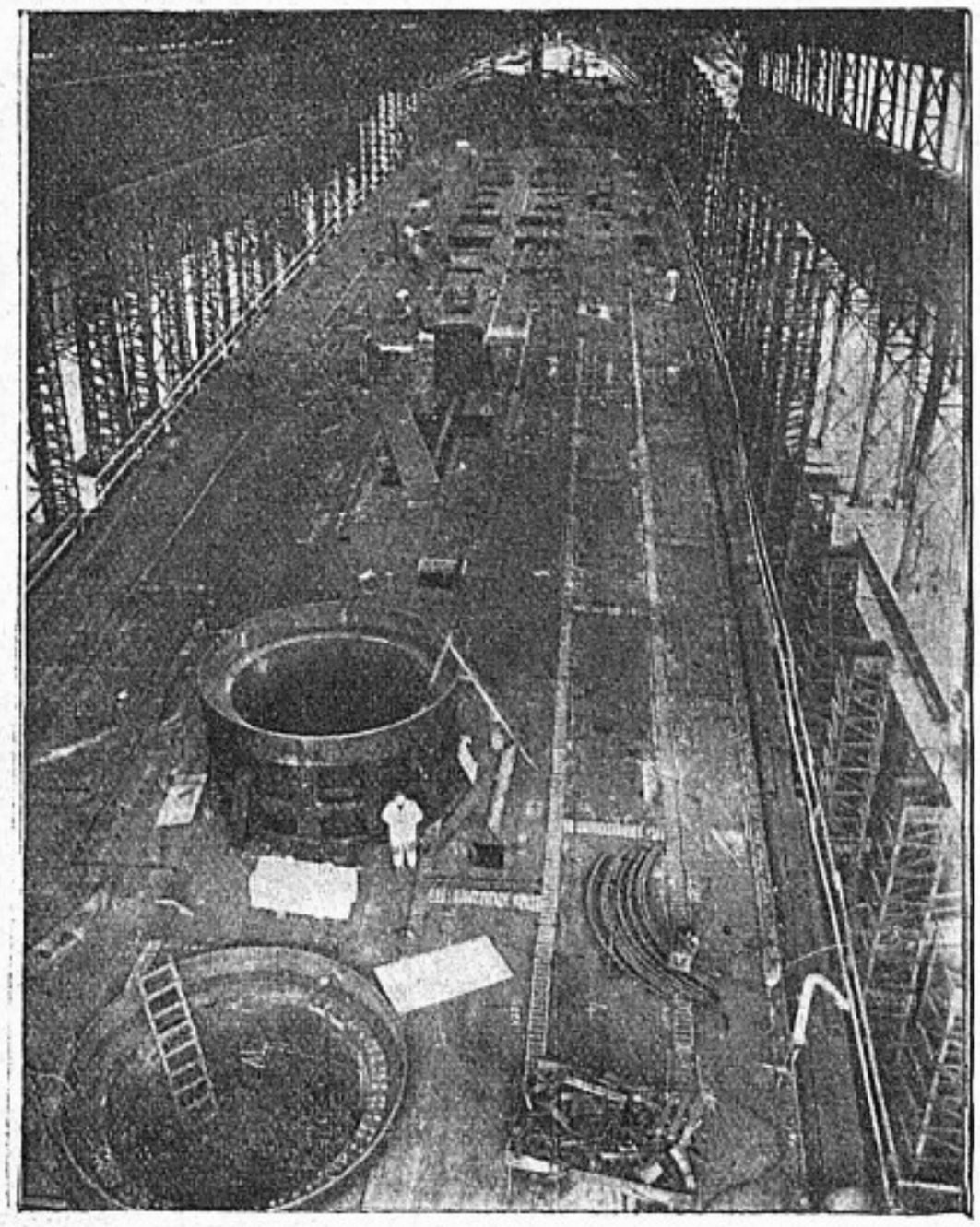


Fig. 158. — V. Pont supérieur ; tourelles

rechercher *la plus grande approximation* qui peut lui permettre d'aboutir, dans un *délai* fixé et avec des ressources industrielles et financières *données*, à une fin également déterminée ; tout en tirant d'autre part, des susdites ressources, le *plus haut rendement* compatible avec le but imposé (1).

Les progrès de la métallurgie ont permis la production industrielle des aciers assurant aux coques des bâtiments de guerre la résistance qu'exigeaient les circonstances les plus défavorables de la navigation et du combat. L'acier employé en France pour les grands bâtiments donne en moyenne 50 kg. de résistance à la rupture, et 22 à 24 o/o d'allongement ; pour les grands torpilleurs, dont tous les éléments : coque, machines, etc., sont poussés au maximum, on emploie un acier au nickel donnant 60 kg. et 18 o/o.

Les « échantillons » des matériaux qui entrent dans la construction des coques sont déterminés par comparaison, en calculant la charge de flexion du navire supposé porté sur une houle de même longueur que lui, et dont le creux est le 1/20 de cette longueur. La probabilité, pour un grand navire moderne, de trouver une houle atteignant sa propre longueur (150 à 200 m.) étant très faible sur des mers fermées, (Mer du Nord, Méditerranée), les bâtiments destinés à naviguer exclusivement sur ces mers pourront avoir une coque un peu moins robuste, et absorbant, par conséquent, une fraction moindre du déplacement. D'une façon *générale*, les procédés envisagés actuellement pour réduire cette fraction sont l'amélioration éventuelle des qualités mécaniques des aciers, la participation des blindages à la résistance de la coque. Quant au mode de construction, et en particulier à la prépondérance relative des membrures transversales et longitudinales dans la charpente, elle dépend des proportions de la coque : à mesure que celle-ci s'allonge les membrures longitudinales sont développées au détriment des membrures transversales, en laissant toutefois à celles-ci la résistance nécessaire pour supporter le poids de la cuirasse de ceinture, des tourelles, etc.

Il faut signaler également, à ce propos, le développement du compartimentage tranversal, non seulement en ce qui concerne sa contribution à la résistance générale de la coque, mais pour son rôle important dans la protection contre l'envahissement de l'eau, contre l'incendie, contre les gaz.

B) *Propulsion*. — Des mille chevaux des premiers cuirassés aux 150.000 du *Hood*, la progression se trouve plus acentuée encore que pour les déplacements. Le rapport de ces deux nombres (puissance par tonne de déplacement) est d'ailleurs fonction essentiellement de la vitesse du navire. Son ordre de grandeur suffirait même à définir les différents types de bâtiments de ligne : compris entre 1 et 1,5 pour les cuirassés proprement dits, ce rapport varie de 2 à 2,5 pour les croiseurs-cuirassés, de 3 à 3,5 pour les croiseurs de bataille.

Un tel accroissement de puissance propulsive n'a pu être obtenu, bien entendu, que grâce aux énormes progrès de la technique, qui ont permis de développer de hautes puissances avec des poids et des encombrements réduits. Le

(1) Cf. *La Méthode générale des Sciences pures et appliquées* (Gauthier-Villars, 1924).

poids de l'appareil moteur et évaporatoire, y compris l'eau et l'huile en circuit, est actuellement de 35 kg. par cheval pour les croiseurs de bataille, 20 kg. pour les croiseurs légers, 15 kg. pour les grands torpilleurs (1).

Ces résultats ont été réalisés d'abord grâce à l'emploi des chaudières tubulaires, à haute pression et à grand pouvoir de vaporisation. Parmi les différents types qui étaient en essai, la guerre a fait apparaître la supériorité des chaudières à petits tubes. La chauffe au pétrole, tellement supérieure de son côté aux points de vue de l'économie de consommation, de la souplesse de fonctionnement et de la réduction du

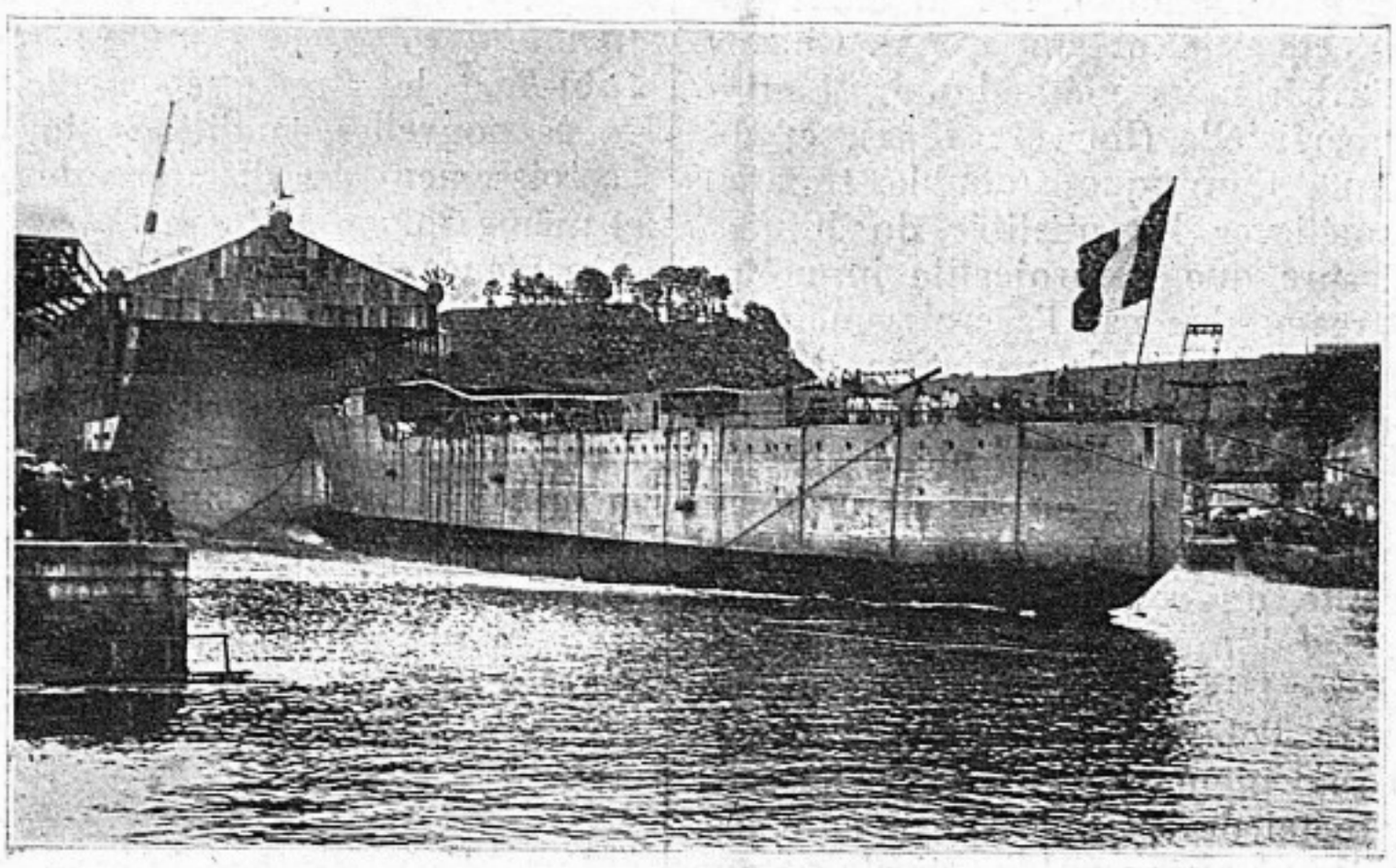


Fig. 159. — VI, Lancement

personnel, n'a de contre-partie grave, en France, que la quasi-nullité de nos ressources nationales en combustible, d'où découle la nécessité de moyens d'emmagasinage et de ravitaillement coûteux,

Pour l'appareil moteur lui-même, la machine alternative à vapeur, au moment où elle arrivait à son maximum de perfectionnement, s'est trouvée supplantée par la turbine à vapeur et le moteur Diesel. Dans l'état actuel de la technique navale, *la turbine est l'instrument des grandes puissances, et, par conséquent des grandes vitesses ; le moteur Diesel celui des hauts rendements, et, par conséquent, des grands rayons d'action.*

(1) On mesurera la rapidité des progrès accomplis si l'on note qu'en dix ans (du « Lion » au « Hood » par exemple), le poids et la surface d'encombrement de l'appareil-moteur ont diminué sensiblement de moitié pour les croiseurs de bataille. Pour les croiseurs légers ce poids s'est abaissé, dans les 50 dernières années, au *dixième* de sa valeur initiale.

A la turbine directement accouplée à l'hélice a succédé d'ailleurs assez rapidement la turbine à réducteur de vitesse, qui place à la fois la turbine et l'hélice dans les conditions les plus favorables à leurs rendements respectifs : grandes vitesses de rotation pour la turbine, faibles vitesses au contraire pour l'hélice. Deux solutions, à cet égard sont en présence : la réduction par engrenages, généralisée en France et en Angleterre; la réduction électrique qui est surtout en faveur aux Etats-Unis, et qui, avec une certaine économie à allure réduite, représente par contre un poids plus grand que la précédente.

Les appareils auxiliaires (dynamos, ventilateurs, pompes diverses, etc.), tendent eux aussi de plus en plus à être mus par des turbines, en raison de la faible sécurité de fonctionnement que donnent les moteurs alternatifs rapides.

Les perfectionnements en cours consistent, pour l'ensemble turbines-chaudières, dans l'accroissement des pressions et l'usage de la surchauffe ; pour le moteur Diesel, dans le recours au double effet, à l'expansion multiple, au double effet Diesel-vapeur à récupération (moteur Still), à l'association du moteur Diesel et de la turbine à gaz basse pression, etc.

On peut compléter ce qui précède en notant que les moteurs Diesel, dont l'emploi se répand de plus en plus sur les grandes unités de la flotte de commerce, pourront peut-être dans un avenir relativement proche être adaptés à la propulsion des cuirassés. Et que si l'on veut regarder plus loin encore, la turbine à gaz unira sans doute quelque jour l'économie de consommation du moteur Diesel à l'endurance et à la légèreté relative de la turbine.

C) *Protection.* — De la *Gloire* (1858), et de la *Couronne* qui la suit, à l'*Amiral Duperré* (1881), le blindage de ceinture, en fer, passe de 10 cm. à 55 cm. : c'est la lutte ininterrompue de l'obus et de la cuirasse, qui suscite de la part de la métallurgie un effort dont bénéficieront toutes les branches de l'industrie. Au fer est substitué l'acier forgé, seul ou coulé sur une semelle de fer (plaques compound : procédé Cammel). En France, on cherche surtout à améliorer les qualités mécaniques de l'acier, en lui donnant le maximum de ténacité ou de dureté compatible avec le minimum de fragilité et de fissilité. A l'acier ordinaire au carbone succèdent des aciers spéciaux : aciers au nickel (Creusot) et au chrome (Saint-Chamond). Il faut citer, notamment, l'acier spécial obtenu par M. Charpy à la suite d'expériences méthodiques. La cémentation superficielle (Harvey, 1891), et divers traitements thermiques (double trempe) achèvent d'améliorer les qualités du blindage (1), à mesure que le projectile lui-même devient plus redoutable par l'accroissement de son poids, de sa vitesse, la variation de son chargement, des qualités du métal dont il est fait ; etc. A la plaque en acier au nickel-chrome s'attaque, en effet, l'obus en acier forgé au chrome-nickel ; à la plaque cémentée l'obus coiffé. A la coiffe, qui rend inefficace la cémentation de la face d'impact, les constructeurs se proposent (et, c'est la phase la plus récente de ce conflit entre l'obus et la cuirasse) de répondre, non seulement par une nouvelle amélioration du métal des plaques, ou encore par l'inclinaison des plaques sur la verticale en vue d'augmenter l'angle d'incidence ; mais encore par l'emploi de blindages doubles, ou de grilles (Leven et Tressider) placées en avant du blindage pour décoiffer le projectile et le faire basculer, ou encore de simples pare-éclats (cuirassés type *Flandre*) complétés par des bourrages inertes (charbon, hamacs, etc.).

*
* *

En ce qui concerne le type de protection, il consiste sur les premiers cuirassés en un caisson formé d'une ceinture épaisse que surmonte un pont blindé. Un pont pare-éclats est bientôt ajouté, qui devient le pont blindé inférieur. La protection de cette tranche cuirassée est complétée plus tard par l'extension aux cuirassés et croiseurs-cuirassés de la protection Bertin : cloisonnement cellulaire de la tranche cuirassée.

Une modification importante consista, à partir de la classe *République*, dans une augmentation de la hauteur de cuirasse au-dessus de la flottaison, en vue d'améliorer la stabilité du bâtiment après avaries de combat (1).

La cuirasse épaisse (épaisseur voisine du calibre de l'artillerie principale) ne peut, pour des raisons de poids, être prolongée jusqu'à l'extrême avant et à l'extrême arrière. Suivant les pays, on décuirasse complètement les extrémités (bâtiments américains et certains navires anglais), ou l'on se borne à les protéger par un blindage plus mince (système adopté en France). Les conceptions diffèrent également quant à l'opportunité de prolonger vers le haut la cuirasse de ceinture par un blindage plus mince (solution adoptée en France sur les *Brennus*, *Charles-Martel*, etc ; abandonnée pour les *République* et les *Danton ;* reprise pour les *Jean-Bart*, les *Bretagne*, les *Flandre*).

Les nouvelles conditions du combat naval : accroissement des distances de tir (15 à 20.000 et même 30.000 mètres), et par suite des angles d'incidence des projectiles (30 à 40°) ; protection contre les bombes d'avions, conduisent, sans réduire la protection verticale, à développer la protection *horizontale* (ponts, toits des blockhaus et des tourelles). Sur les cuirassés américains type *Indiana*, le pont blindé supérieur à 88 m/m d'épaisseur, le pont pare-éclats 31 m/m. Le *Hood*, après achèvement, a eu son pont blindé renforcé à 75 m/m dans certaines régions.

*
* *

Considérée comme très importante déjà avant la guerre, la protection *sous-marine* a pris depuis lors une place véritablement prépondérante dans les préoccupations du constructeur naval. Des études théoriques et expérimentales ont été faites, qui ont abouti à deux types principaux : protection intérieure (France, Etats-Unis), protection extérieure (*bulge* anglais). Leur principe commun consiste à offrir à l'onde explosive un premier compartiment vide, avec possibilité d'expansion des gaz dans certains cas (évents des *Flandre ;* parties affaiblies dans les tôleries supérieures sur les *Nelson*, *Rodney*) ; au-delà se trouve une cloison blindée plus ou moins fortement armaturée, puis un cloisonnement plus ou moins développé, avec bourrage. Une variante consiste à absorber une partie de l'énergie de l'explosion par le travail de déformation de

(1) Les plaques préparées par les procédés les plus récents offrent une résistance à la perforation qui atteint celle d'une plaque de fer d'épaisseur sensiblement *triple*.

(1) Cette influence de la hauteur du blindage sur la réserve de stabilité est appréciée en général par les valeurs comparatives du coefficient $C = \frac{h(r\ a)}{l^2} \times 1000$ (h, hauteur de blindage au-dessus de la flottaison, (r-a) module de stabilité, (l) largeur du bâtiment). Voisin de 1 pour les cuirassés anciens, ce coefficient dépasse 4 pour les cuirassés modernes.

matériaux métalliques convenables (tôles à soufflets et sphères creuses des *Flandre ;* « tuyaux d'orgue » du *Hood*). La protection extérieure est plus lourde que la protection intérieure ; et surtout les modifications des formes de carènes qui résultent de la première sont nuisibles à la vitesse. Sur les derniers cuirassés *Nelson* et *Rodney*, les Anglais ont adopté un compromis entre le bulge extérieur et le caisson intérieur.

On peut rattacher à cette question la protection contre les mines. Ces engins destructifs ont pris, au cours de la dernière guerre, une importance considérable. D'où le développement, d'une part des mouilleurs de mines (sous-marins ou de surface) ; et, d'autre part des dragueurs spéciaux, munis déjà avant la guerre, en France, de dragues Ronarc'h ; ainsi que des dragues rapides inventées pendant la guerre en Angleterre, et dont tout navire peut être pourvu (paravanes ou Otters).

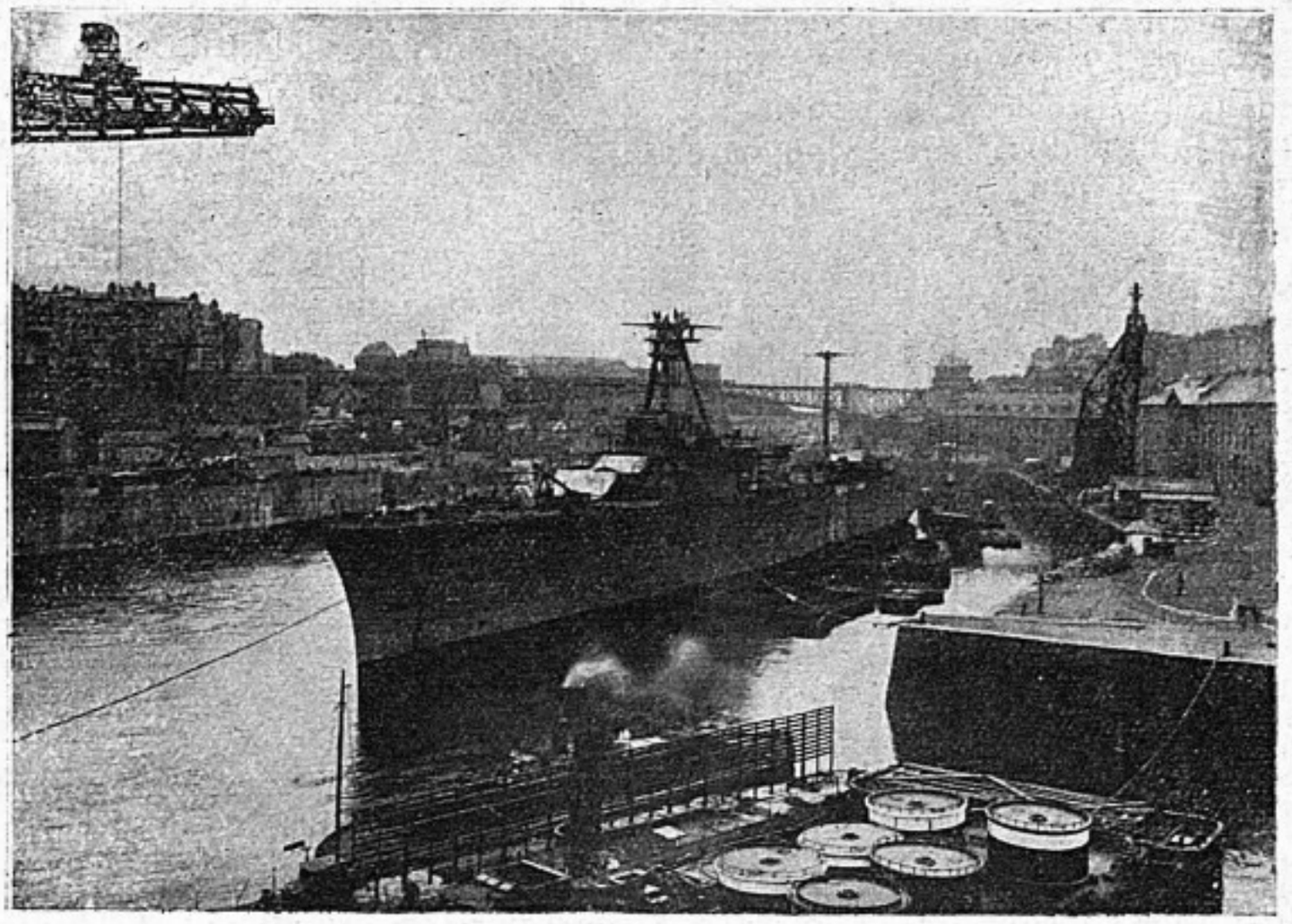


Fig. 160 — VII. Achèvement à flot

D) *Armement.* — Malgré les progrès rapides de la torpille (en diamètre (1), puissance explosive, vitesse, rayon d'action, stabilité et précision relatives de la trajectoire), l'arme principale du combat naval demeure, dans l'état actuel des choses, le canon.

Les vaisseaux à voiles, qui combattaient par le travers en défilant à contre-bord, étaient armés d'un grand nombre de canons en batteries superposées (120 canons en 4 étages pour un vaisseau de premier rang de 6.000 tonnes). Ils possédaient, en outre, un canon de chasse de plus fort calibre sur la teugue, et un canon de retraite sur la dunette.

L'apparition de la cuirasse conduisit à diminuer le nombre des canons, pour augmenter leur calibre et leur longueur, et en même temps leur champ de tir. On arrive ainsi rapidement aux trois canons de 37 cm. de l'*Amiral Baudin* et du *Formidable*, ou aux quatre 34 des *Magenta, Neptune, Marceau*. L'invention des tourelles fermées, celles de l'obus à explosif, et de l'artillerie à tir rapide se succèdent alors, modifiant de façon sensible l'armement des cuirassés. Et la répercussion se fait sentir, à une certaine époque, sur les formes des œuvres-mortes, dans un sens défavorable à la stabilité, du fait qu'on doit s'efforcer d'assurer, à l'artillerie principale et à l'artillerie secondaire à la fois, les deux conditions les plus favorables à leur utilisation à la mer : *hauteur de commandement* et *champ de tir* aussi grands que possible.

A cette époque, on prévoyait que le combat commencerait par un feu d'artillerie moyenne, tendant à la destruction des œuvres-mortes, l'artillerie principale devant seulement donner le coup de grâce. La guerre russo-japonaise renversa ces conceptions en mettant en évidence le rôle fondamental de la grosse artillerie. C'est ce qui explique que le calibre de l'artillerie moyenne, après avoir progressivement augmenté (14 sur les *Bouvet, Gaulois*, 16 sur les *Suffren* et *République*, 19 sur les *Démocratioe*, 24 sur les *Danton*), retombe brusquement à 14 sur les cuirassés plus récents (classes *Jean-Bart, Bretagne, Flandre*).

De son côté, l'artillerie principale, constituée

(1) En France de 356 mm. à 450, puis à 550.

longtemps par 4 canons de 30 cm., en tourelles simples d'abord, puis, en tourelles doubles à partir des *Charlemagne*, voit croître plus tard le nombre de pièces par bâtiment (*Jean-Bart*, 12 canons de 30) ; puis, le calibre à partir des *Bretagne* (34 en France, 38 à l'étranger) ; enfin, le nombre des canons par tourelle (tourelles triples aux Etats-Unis, et plus récemment en Angleterre ; tourelles quadruples sur les *Flandre* en France).

La guerre russo-japonaise avait conduit, non seulement à la nette différenciation des deux artillerie (l'artillerie secondaire étant destinée essentiellement à la défense contre les destroyers rapides), mais à diverses mesures : suppression de l'éperon, développement du blockhaus, etc. En outre, on avait admis que désormais le combat aurait lieu à 10.000 mètres. La guerre de 1914 porta cette distance à 20.000 mètres, entraînant des modifications importantes au matériel : accroissement des angles de tir ; surélévation des postes de direction de tir, qui du blockhaus passent dans la mâture ; perfectionnement des méthodes et des appareils de conduite du tir.

L'efficacité réelle de la protection, qui se manifeste à la bataille du Jutland, conduit en même temps à un nouvel accroissement du calibre du canon, du poids et de la vitesse initiale du projectile. En France, on met à l'étude un canon de 45 cm. à autofrettage (longueur : 45 calibre ; poids du projectile, 1.400 kgs ; vitesse initiale 875 m/s. ; portée 45 km.). La Conférence de Washington survient alors, limitant le calibre à 40 cm. Une des plus récentes applications est constituée par l'armement des *Nelson* et *Rodney* (9 canons de 16" = 406 m/m. en tourelles triples ; caractéristiques approximatives du projectile : 1 tonne ; 800 m/s.).

L'artillerie secondaire à tir rapide a de son côté, dans toutes les flottes militaires sensiblement, les caractéristiques suivantes : calibre 14 ; longueur 45 calibres ; poids du projectile 45 kgs ; vitesse initale 900 m. ; portée 30 km.). Elle demeure destinée au tir contre les torpilleurs. En même temps se développe l'artillerie anti-aérienne (calibre 75 m/m. ou voisin), et se manifeste en outre la nécessité d'artilleries spéciales contre les sous-marins ,contre les vedettes rapides.

*
* *

Dans l'armement du bâtiment de guerre moderne entre, pour une part qu'il serait prématuré de délimiter, l'avion. Qu'il s'agisse de bâtiments porte-avions, spécialement construits ou adaptés à cette fin (du type cuirassé, croiseur, etc.), ou de l'installation d'avions sur un bâtiment de type ordinaire, avec plate-forme ou catapultes de lancement, les engins aériens sont destinés à jouer un rôle important dans l'évolution future de la stratégie et de la tactique navales. Il faut aussi, dans cet ordre d'idées, réserver l'avenir du dirigeable.

*
* *

Pour compléter la liste des enseignements de la dernière guerre, il faudrait parler de la protection contre les gaz et les fumées, contre les incendies des parcs à munitions et des soutes ; du respect de l'autonomie des tranches ; etc.

Et pour donner une idée plus complète de l'évolution qui se dessine, il faudrait reprendre de façon plus détaillée le bref historique qui a été indiqué au début de cette étude ; et le compléter lui-même par l'étude de questions aussi spéciales que le gyroscope anti-roulis, aussi pleines de promesses (ou de menaces) que la télémécanique, etc.

Sans distendre à ce point le cadre de cet exposé, on ne peut se dispenser de terminer celui-ci par quelques remarques générales sur les principaux types de bâtiments qui, outre le « capital-ship », subsistent dans la constitution des flottes modernes.

*
* *

II. — Le croiseur léger.

Les caractéristiques des croiseurs ont varié, dans les 50 dernières années, tout comme celles des grands bâtiments. Les carènes s'allongent, ici aussi, pour permettre l'accroissement des vitesses. En passant, par exemple, du *Duquesne* de 1873 au *Duquesne* de 1924, la *vitesse*, le *déplacement*, la *longueur* ont sensiblement *doublé* (1).

La vitesse est évidemment la caractéristique essentielle d'un croiseur. Mais la puissance, et par conséquent le poids de l'appareil moteur, croissent rapidement quand la vitesse augmente. Pour disposer néanmoins, en faveur de l'armement et de la protection, d'une fraction suffisante du déplacement, on a intérêt à *accroître* ledit déplacement. Dans une étude publiée par la *Revue Maritime* de novembre 1926, sur le « tonnage préférable des croiseurs », M. l'Ingénieur Général Raclot a montré que *la puissance par tonne*, pour une vitesse *donnée*,

(1) Le doublement simultané de ces 3 caractéristiques ne correspond d'ailleurs nullement à l'existence d'une loi simple, mais à une pure coïncidence. C'est ainsi que pour donner une idée de la variation des autres caractéristiques, la puissance des machines est devenue 15 fois plus forte, tandis que le tirant d'eau a diminué de près du 1/5e.

varie en sens inverse du déplacement : pour un contre-torpilleur de 2.500 t., elle est d'un ordre de grandeur double de celle d'un croiseur de 10.000 tonnes (1).

On en déduit que pour les croiseurs, en restant dans les limites fixées à Washington, tous les déplacements au-dessous de 10.000 tonnes sont désavantageux, et d'autant plus que le tonnage est plus petit. Les tonnages limites de Washington eux-mêmes (10.000 et 35.000) sont finalement insuffisants, l'un et l'autre, pour permettre de faire un croiseur léger et un croiseur de bataille « réussis ».

Si l'on compare, dans les différentes puissances, les croiseurs légers de construction récente, on constate que les poids sont répartis en moyenne de la façon suivante : 50 o/o pour la coque, 25 o/o pour les machines, 10 o/o pour le combustible et le matériel mobile (2). Il reste 15 o/o environ à partager entre l'armement et la protection. Ce dernier partage est fait de façon à peu près égale sur les croiseurs anglais. Sur les croiseurs français, au contraire, la protection a été plus délibérément sacrifiée à l'armement. Les croiseurs de 10.000 t., type *Duquesne* sont armés de canons du calibre maximum de Washington (8 canons de 203). Le *Pensacola*, qui vient d'être mis sur cale aux Etats-Unis, porte 10 canons de 203, 4 de 126 contre avions, et 6 tubes lance-torpilles. Par contre sa protection est réduite au minimum.

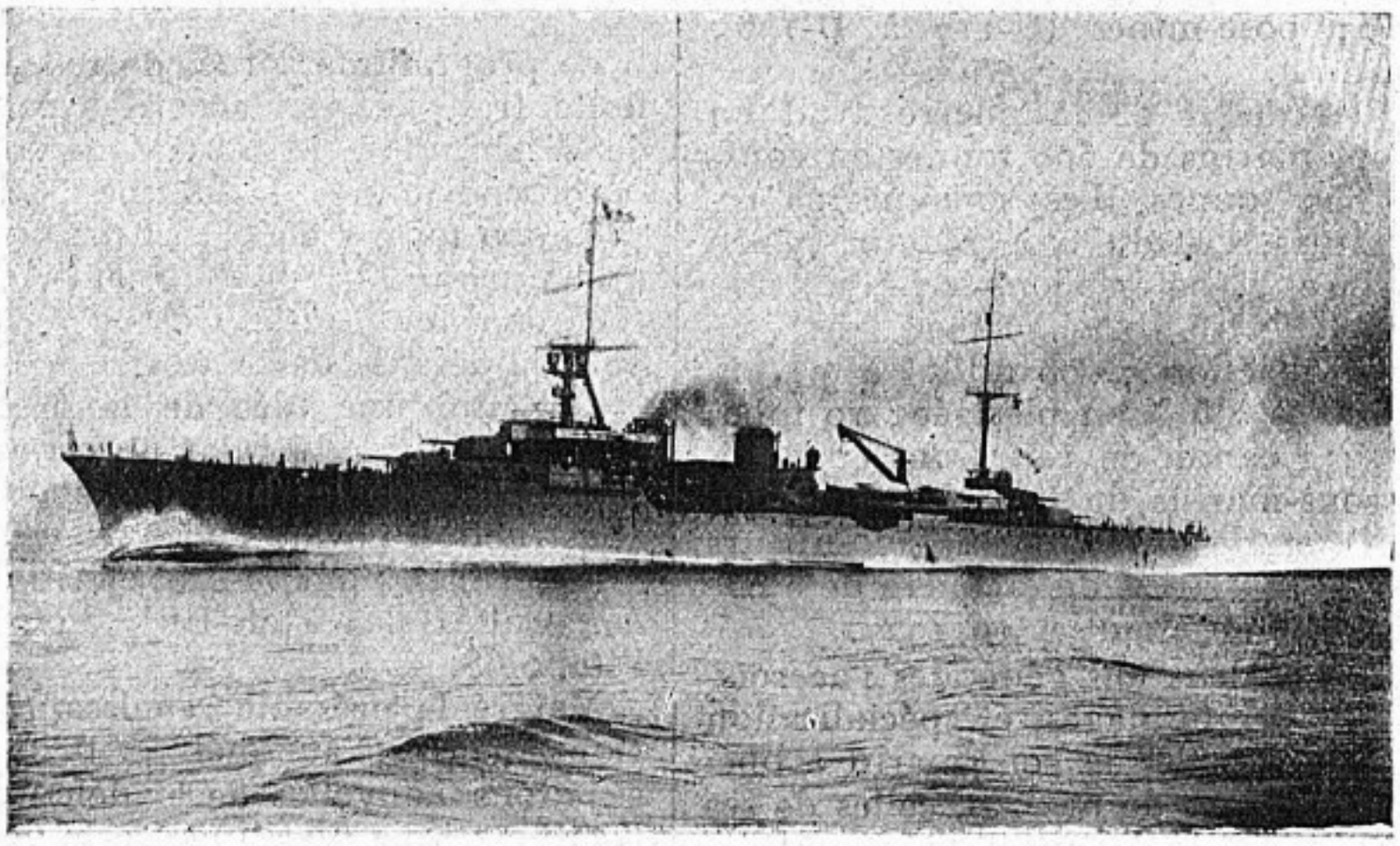


Fig. 161. — VIII. Essai de vitesse

III. — Torpilleurs et contre-torpilleurs.

De 30 à 100 tonnes pour les torpilleurs, de 300 à 1.000 pour les contre-torpilleurs : telle avait été l'évolution des tonnages avant la guerre de 1914. Depuis lors, cette évolution s'est accélérée : les torpilleurs atteignent 1.500 tonnes, les contre-torpilleurs 2.700. La vitesse est passée pour ces derniers de 30 à 36 n. Les derniers bâtiments de ce type (*Lion*) sont donc de véritables petits croiseurs, particulièrement « poussés » ; c'est-à-dire que la matière qui est utilisée, pour toutes les installations, a non seulement des qualités meilleures, mais aussi un « coefficient de sécurité » plus faible que sur les croiseurs légers eux-mêmes, où il est déjà incomparablement plus petit que sur les bâtiments de ligne. Ces écarts tendront d'ailleurs à diminuer, en raison de la nécessité d'obtenir l'efficacité maximum, avec des déplacements, calibres, etc., conventionnellement *limités*.

IV. — Sous-marins.

S'il est, dans le matériel naval, une invention française, c'est bien le sous-marin. Les Allemands ont su, seulement, en user — et en *mésuser* : « Les Allemands conserveront dans l'histoire la responsabilité d'avoir employé les

(1) En vertu d'une loi empirique, maintes fois appliquée en première approximation, la puissance varie en fonction du déplacement D (pour une vitesse donnée et des formes de carènes semblables), comme $D^{2/3}$. La puissance par tonne varie donc sensiblement comme l'inverse des dimensions linéaires (racine cubique du déplacement).

(2) Le déplacement standard de Washington ne fait entrer en ligne de compte qu'une faible fraction de l'approvisionnement total en combustible.

sous-marins à des opérations barbares, contraires au droit des gens et aux règlements internationaux qu'ils avaient eux-mêmes signés à La Haye. » (1).

En dehors de la création et de la mise au point du moteur Diesel, les seuls perfectionnements importants apportés aux sous-marins par les Allemands au cours de la guerre ont porté : 1°) sur la rapidité de la plongée et du retour en surface ; 2°) sur l'armement en artillerie, torpilles et mines. Il faut citer aussi, cependant, ce facteur important : la spécialisation du sous-marin.

Les Allemands avaient en service à la fin de la guerre quatre types principaux de sous-mains : garde-côtes ou petit patrouille (UB-48 à UB-155 ; 530 tonnes en surface) ; grande patrouille ou petit croisière (U-127 à U-134 ; 850 tonnes) ; grande croisière (U-139 à U-142 ; 2.150 tonnes) ; pose-mines (U-117 à U-126 ; 1.180 tonnes, etc.).

La France au début de la guerre avait en service des sous-marins de 600 tonnes,en construction des 850 tonnes. Les sous-marins récemment terminés sont du type *Requin* (1.100 tonnes en surface, 1.400 en plongée ; 2 moteurs Diesel de 150 HP ; 16 N en surface, 10 N en plongée ; rayon d'action 7.000 milles à 9 N en surface, 105 milles à 5 N en plongée ; 10 tubes lance-torpilles ; 1 canon de 100. Sont en construction des sous-marins du type *Pascal* (1.500 tonnes ; 18 N) et des sous-marins mouilleurs de mines. Des sous-marins de croisière de 3.000 tonnes ont été mis en chantier en 1927.

En dehors de ces deux lois générales : accroissment progressif des tonnages, et spécialisation des fonctions, auxquelles le sous-marin a obéi comme les autres types de navires, celles de ses caractéristiques principales qui ont sensiblement évolué comprennent d'abord la flottabilité. Passée de 4 o/o pour les premiers sous-marins destinés exclusivement à la plongée, à 42 o/o pour le type « submersible » qui grâce au développement de ses œuvres-mortes devait pouvoir opérer loin des côtes, la flottabilité des sous-marins a finalement été ramenée à un ordre de grandeur intermédiaire, pour concilier les qualités nautiques dans la marche en surface avec la rapidité de plongée : elle oscille pratiquement de 15 à 30 o/o.

Les water-ballasts intérieurs ont été abandonnés en faveur des water-ballasts extérieurs.

Le moteur Diesel (2) a définitivement triomphé du moteur à vapeur pour la propulsion en surface. Les avantages du premier sont multiples : rendement beaucoup plus élevé, d'où accroissement du rayon d'action ; mise en marche beaucoup plus rapide ; moins grande quantité de chaleur de chaleur conservée au moment de la plongée ; diminution de section des ouvertures à obturer lors de la plongée ; etc. Le sous-marin demeure actuellement pour une marine le recours indiqué contre une disproportion excessive entre l'étendue des eaux métropolitaines ou coloniales dont elle assume la sauvegarde, et les restrictions imposées par ses ressources financières ou les conventions internationales au développement de sa flotte de surface. Car, en définitive, « le sous-marin est la seule arme capable de lutter contre un ennemi dont la supériorité en navires de haut-bord est écrasante ». (M. Laubeuf, *loc. cit.*).

*
* *

Le programme actuel de reconstitution de la flotte française, en accord avec la convention de Washington, comprend :

175.000 tonnes de bâtiments de ligne.
60.000 tonnes de bâtiments porte-avions.
360.000 tonnes de bâtiments légers.
96.000 tonnes de sous-marins (plus 30.000 pour la défense des côtes).

On aura une idée de la régression que la France avait subie dans ce domaine, si l'on note que dans les huit ans pendant lesquels la construction navale s'était trouvée pratiquement arrêtée chez nous, l'Angleterre avait construit 444 unités, les Etats-Unis 392, le Japon 114, l'Italie 68.

Malgré la présente renaissance des constructions neuves, auxquelles il faut ajouter les sujétions nouvelles de la défense des côtes, de l'aéronautique maritime, le budget naval actuel de la marine est encore, en francs-or, inférieur à celui de 1913.

Cependant le coût actuel de la construction navale militaire, si on l'exprime en francs papiers, atteint un ordre de grandeur assez impresionnant. Un cuirassé, en se limitant au tonnage de Washington, coûterait aujourd'hui de 6 à 800 millions. Les prix des derniers bâtiments construits en France dépassent 10.000 francs la tonne pour les croiseurs, 15.000 pour les torpilleurs, 20.000 pour les sous-marins.

*
* *

Conclusions.

On a exprimé maintes fois, sous des formes diverses, ce fait fondamental que la Convention

(1) M. Laubeuf, *Technique moderne*, décembre 1919.

(2) Rappelons que les principales supériorités du moteur Diesel sur le moteur *à explosion* sont : 1° le taux de compression plus élevé (4 fois environ) qui donne un meilleur rendement thermique et permet l'emploi de combustibles lourds ; 2° le réglage de la combustion suivant la loi la plus favorable aux rendements massique et énergétique du moteur.

de Washington a transformé *la course à la quantité* en *course à la qualité* (1).

Il ne faudrait cependant pas faire de confusion à propos de ces termes « qualité » et « quantité », en leur attribuant une signification scolastique. En réalité tout se ramène bien, en dernière analyse (et en s'en tenant, bien entendu, à la question *matériel*) à une comparaison entre des facteurs *numériques*. Mais il faudra aller *plus loin* que les facteurs de dimensions, de poids, de puissance même : les seuls facteurs à comparer seront des facteurs de *rendement effectif* des différentes installations.

Pour une même valeur nominale des tonnages, des épaisseurs, des calibres, l'efficacité réelle du matériel se traduira, dans chaque domaine, par le *rendement du kilogramme de matière*, relativement à l'objectif auquel cette matière sera affectée.

Et, en réalité, ceci n'apporte aucun bouleversement dans les buts et les méthodes de la technique navale. En vertu d'une sorte de « principe d'Archimède généralisé » celle-ci devait nécessairement s'efforcer de réduire toujours, dans chacune des parties constitutives du navire de combat, le *poids* effectif de *l'unité d'énergie* véritablement *utilisée*, que cette énergie soit *résistante* (travail résistant de la coque ou du cuirassement), ou *active* (énergie de propulsion, de destruction).

Cette évolution, qui représente la forme la plus générale et la plus caractéristique en même temps du progrès naval, sera désormais simplement *intensifiée*. Et la « course à la qualité » sera bien finalement, à travers toute l'ingéniosité de l'inventeur et l'habileté du constructeur, une course au *rendement*, au sens propre du mot : une course à *l'utilisation énergétique* (énergie active ou résistante, encore une fois) *du kilogramme de navire*.

A. LAMOUCHE,
Ingénieur en chef de la Marine.

(1) « Under the limitation of Armament and dimensions agreed at the Washington Conférence, Naval rivalry is not now a matter of programms, *tons and money*, but a contest of *skill in design*. » (Shipbuilder, janvier 1927).

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences. (Mai 1927). — *Théorie des fonctions.* 1. Mlle *N. Bary* annonce que toute fonction continue de x, définie dans (a, b) est la somme de deux fonctions dont chacune possède une dérivée dans un ensemble E, de mesure >0 dans toute portion de (a, b); elle peut s'écrire aussi $\sum_1^4 f_i [\varphi_i (x)]$ les f_i et les φ_i étant absolument continues.

2. Suivant l'exemple de M. Lebesgue, M. *L. Leau* étend au domaine géométrique le procédé de raisonnement par récurrence, classique dans le domaine des entiers naturels.

3. Complétant une de ses Notes antérieures, M. *A. Kovanko* indique une condition nécessaire et suffisante pour qu'une suite de fonctions de la classe (I) converge vers une fonction de classe non supérieure à la première. Le résultat, conséquence de la théorie de la convergence à moins de ε près (de la Vallée Poussin) entraîne une condition suffisante très simple : l'ensemble des points de convergence uniforme est dense sur tout ensemble parfait.

4. Partant d'un famille quelconque d'ensembles ponctuels, M. *Eugène Selivanowski* opère par prise du complément, addition, multiplication, passage à la limite; il définit ainsi, à partir de la famille donnée un corps borélien. Puis, à l'aide du procédé de crible il définit des classes d'ensembles d'ordres de plus en plus élevés, et dont il indique des propriétés générales.

Analyse. 1. A tout groupe continu G correspond un groupe abstrait G dont le domaine est simplement connexe; M. *E. Cartan* étudie les groupes G|G, ou groupes de connexion des Groupes G; si G est unitaire, G|G est formé d'un nombre fini d'opérations (Weyl) dans le cas opposé l'Auteur montre que le groupe de connexion est ou bien fini, ou bien décomposable en un groupe fini et un groupe cyclique infini.

2. M. Soula a montré que le théorème classique de M. Hadamard sur la multiplication des singularités ne s'étend pas aux séries de Dirichlet. M. *D. V. Widder* obtient pourtant, moyennant certaines conditions, une généralisation du théorème pour les séries précédentes; cette généralisation utilise les propriétés d'une intégrale du type Parseval-dell'Agnola.

3. M. *J. J. Gergen* analyse la notion de séries à lacunes généralisées, introduites récemment par M. Mandelbrojt; il en étudie les relations avec la notion lacune au sens habituel.

4 et 6. — Récemment, M. *Gaston Julia* a montré que la fonction $f(z)$ [$f(o) = o$, $f(o) = 1$] qui transforme un domaine borné D simplement connexe en un un cercle $|Z| < \rho$ par représentation conforme est la limite d'une suite de polynomes $\Pi_n (z)$, de la forme $z + a_2 z^2 + \ldots + z^n$, et tels que le maximum de $|\Pi_n|$ dans D soit le plus petit possible. L'Auteur indique une nouvelle démonstration qui peut être appliquée à des fonctions plus générales que des polynomes. On retrouve encore $f(z)$ par la détermination du minimum de certaines intégrales doubles. Dans un autre ordre d'idées, on peut substituer à D ces domaines mutuellement emboîtés D de plus en plus grands, tendant vers D et résoudre le problème du minimum pour les D ; l'application du procédé diagonale fournit alors $f(z)$ pour D. La méthode permet d'étudier les singularités qui se présentent quand O est un point frontière de D.

5. M. *Maurice Gevrey* considère l'équation du type elliptique à n variable; sa résolution dépend d'une fonction de

Green qu'on construit à l'aide d'une fonction auxiliaire V; pour former V, l'Auteur indique la méthode du point-image, et il signale les circonstances qui se présentent à ce propos, par suite de singularités du contour.

7. Pour que des fonctions des coordonnées de l'élément du 1er ordre $(x_1, \ldots x_n, z, p_1, \ldots, p)$ forment un groupe au sens de la théorie des équations aux dérivées partielles, il faut que deux propriétés soient satisfaites. M. *G. Cerf* montre que l'une d'elles entraîne un grand nombre des conditions requises pour la seconde. A ce sujet l'Auteur se trouve conduit à étudier une correspondance qui l'amène à généraliser le problème de Bäcklund.

8. M. *S. Mandelbrojt* signale une classe particulière de séries de Taylor dont le cercle de convergence contient un ensemble partout dense (sur le cercle) tel que quand x s'approche radicalement d'un point du cercle la série croisse indéfiniment.

9. M. *S. A. Gheorgiu* envisage un noyau K provenant par composition de deux noyaux réels et intégrables, à noyaux de Schmidt associés continus; le dénominateur $D(\lambda)$ relatif à K est du genre zéro. Il a obtenu deux démonstrations du théorème; la seconde lui fournit divers résultats sur les fonctions entières.

Mécanique. 1. M. *Haroutune Anjour* ramène aux quadratures l'étude du mouvement de solides fixés en un de leurs points, lorsque les moments des forces données par rapport à certains axes fixes ou mobiles ont des valeurs simples.

2. A l'exemple de M. J. Perrin, M. *L. Lecornu* étend le principe de l'équipartition de l'énergie à l'énergie potentielle, et il étudie à ce point de vue les mouvements képleriens à orbites de grand axe donné, et les mouvements des électrons.

Hydrodynamique. 1. Complétant ses résultats antérieurs sur la rotation des masses liquides soumises à une tension superficielle, M. *André Charrueau* explicite certains calculs d'intégrales elliptiques qui permettent d'établir le changement de la stabilité en l'instabilité au passage du point limite.

2. Après M. Riabouchinsky, M. *Basile Demtchenko* étudie les cavitations sphériques; et moyennant certaines hypothèses de symétrie, il conclut à leur stabilité.

René Garnier.

Radioélectricité

Les ondes courtes. — Pour avoir de grandes portées en T.S.F., on a cru pendant longtemps qu'il fallait des antennes élevées, de grandes dimensions, permettant de mettre en jeu de grandes puissances, d'où l'impossibilité d'employer des fréquences trop élevées. Les fréquences très élevées, les ondes courtes au-dessous de 100 m., semblaient ne présenter aucun intérêt. Cependant, certains résultats obtenus par des amateurs ont fini par attirer l'attention des praticiens. (Voir les études de M. Jouaust et celle de M. R. Mesny, dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale*, juillet, août, septembre 1926).

1. Les ondes de longueur inférieure à 100 m., jouissent de propriétés particulières. Ces ondes, qu'on produit très facilement avec des postes à lampes, s'entendent naturellement dans le voisinage immédiat du poste, puis cessent d'être entendues, pour commencer à être perçues de nouveau à des distances considérables. On a pu dire qu'avec des ondes courtes, il était plus facile d'être entendu en Nouvelle-Zélande qu'en France.

Ce n'est plus avec des puissances de l'ordre de quelques centaines de kilowatts que ces résultats sont obtenus, mais avec des puissances de l'ordre de quelques kilowatts. Ainsi, à l'heure actuelle, un poste établi au fort d'Issy assure la liaison avec Djibouti par des ondes de 23 m., avec une puissance de 2,5 kw. On a pu traverser l'Atlantique avec une puissance d'émission de 2 W et il arrive assez fréquemment d'atteindre les antipodes avec une centaine de watts.

Cependant, ce n'est qu'à certaines heures de la nuit que de semblables transmissions peuvent être assurées. Il semble que la lumière solaire ait une grande influence sur la transmission de ces ondes. Cette influence est loin d'être encore parfaitement élucidée; elle dépend de la longueur d'onde, des conditions météorologiques et de la saison. Avec des ondes voisines de 100 m., il est presque impossible de passer des signaux de jour à quelques centaines de kilomètres, alors que la nuit, l'intensité de la réception est extrêmement forte à plusieurs milliers de kilomètres. Si l'on descend davantage la gamme des ondes, on constate que la propagation de jour devient meilleure sur des ondes de 15 à 30 m.; on peut franchir plusieurs milliers de kilomètres en plein jour, avec une puissance de l'ordre de 100 watts avec quelques centaines de watts, on peut établir un trafic régulier à 2.000 km., dans les mêmes conditions.

Mais, avec les ondes inférieures à une cinquantaine de mètres, un phénomène nouveau apparaît, c'est celui des zones de silence. Les émissions que l'on reçoit très fortement à plusieurs milliers de kilomètres sont insoupçonnables à quelques centaines de kilomètres. Les limites supérieures de ces zones de silence sont d'autant plus grandes que l'onde est plus courte.

La propagation, variable avec l'heure du jour, est aussi variable avec la saison : ainsi l'onde de 50 m. présente pendant les nuits d'hiver une zone de silence comprise entre 150 et 400 km. environ, qui disparaît complètement pendant l'été. Grossièrement, les phénomènes sont déterminés par la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon.

Il faut signaler, également, les évanouissements qui affectent particulièrement les ondes de 150 à 400 ou 500 mètres. La nuit surtout, l'intensité des signaux varie brusquement, la durée des variations étant de l'ordre de quelques minutes ou seulement de quelques secondes. Les affaiblissements peuvent être tels que des signaux très forts disparaissent complètement.

2. Quels sont les avantages réciproques des ondes longues et des ondes courtes ?

« A considérer, conclut M. R. Mesny, les merveilles de la propagation de ces dernières, on ne peut s'empêcher de voir dans leur emploi le développement de progrès considérables pour les communications radioélectriques. Quelques kilowatts permettent d'obtenir avec l'Amérique, de nuit — et même le jour avec des ondes d'une quinzaine de mètres — des communications aussi bonnes que celles que fournissent les grandes stations de 400 et 500 kw. sur ondes longues; l'antenne, au lieu d'être portée sur des pylônes de 200 m. de hauteur, n'a le plus souvent besoin que d'un mâtereau de bois d'une quinzaine de mètres; les machines peuvent facilement emprunter leur puissance au secteur voisin.

« A côté de ces avantages qui se chiffrent par des réductions de dépenses pouvant aller de 100 à 1, d'autres sont encore plus séduisants. L'élévation de la fréquence permettra de disposer d'un nombre formidablement accru d'ondes qui sillonneront l'espace sans se brouiller l'une l'autre; la téléphonie ne sera guère plus encombrante, à ce point de vue, que la télégraphie, les atmosphériques apportent beaucoup moins de perturbations aux ondes courtes qu'aux longues, les communications pourront se

multiplier dans une proportion dont il est impossible de se faire une idée.

« Cependant, des réserves s'imposent, au moins pour l'avenir immédiat. Ces folles envolées des ondes courtes paraissent trop capricieuses pour que, dès demain, on puisse compter uniquement sur elles pour effectuer un trafic permanent et régulier à toute heure de la journée. On ne sait pas encore assez le rôle des saisons et des événements météorologiques pour pouvoir leur confier un service commercial en tous points du globe, du moins si elles ne sont pas appuyées, dans certaines régions, par de puissantes stations à ondes longues dont la marche régulière est aujourd'hui bien éprouvée.

« En revanche, les études entreprises de tous côtés doivent être poussées plus vigoureusement que jamais. Déjà, les ondes de 15 à 20 m. couvrent de jour des distances énormes; un examen minutieux des propriétés des diverses fréquences permettra sans doute bientôt, moyennant quelques changements d'onde, de réaliser des communications continues pendant la journée entière.

« Et si maintenant on se place au point de vue purement scientifique, l'ensemble de ce que l'on sait déjà sur la propagation, sur les différences tranchées qui existent entre certaines ondes, est un présage que d'importantes découvertes scientifiques sortiront de l'analyse complète des faits observés. Nous avons dans les ondes courtes un excellent moyen, le seul peut-être, d'explorer la haute atmosphère; après nous avoir permis de la comprendre, il nous donnera sûrement la clef de ses mystérieuses variations, qui font de la météorologie une science aujourd'hui si confuse. »

A. Bc.

Chimie

Gustave André (1856-1927).— Le 11 mai 1927, la mort frappait brusquement, presqu'au sortir de son laboratoire, M. Gustave André qui tenait une si grande place dans la Chimie des végétaux.

Né le 27 août 1856, il débutait en 1875, dans le Laboratoire de Frémy, puis devenu Préparateur d'Histoire Naturelle à la Faculté de Médecine, il passait, en 1880 sa Thèse de Doctorat en médecine *Sur la respiration végétale dans ses rapports avec l'hygiène*, travail qui déjà laissait entrevoir ses goûts pour les choses de l'Agriculture.

Attaché, en 1881 au Laboratoire de Marcellin Berthelot, au Collège de France, il passa, en 1884, sa Thèse de Doctorat ès Sciences physiques sur l'*Etude chimique et thermique de quelques oxychlorures métalliques*, puis en 1885, il était nommé Chef de travaux à la Station de Chimie végétale de Meudon, fondée en 1883. C'est à cette date que commence vraiment sa carrière de chimiste agronome.

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine en 1892, il poursuit ses travaux de laboratoire et, lorsqu'en 1897, Schlœsing quitte la chaire de Chimie agicole de l'Institut Agronomique, Gustave André est appelé à lui succéder.

Pendant trente ans il se consacra uniquement à son enseignement et à ses recherches, n'interrompant ses travaux de chimie agricole qu'l pour aller faire son cours à l'Ecole normale de Sèvres où il avait été nommé Maître de conférences en 1902.

Malgré les conditions précaires dans lesquelles il est obligé de travailler — il n'eut un laboratoire vraiment installé qu'en 1917 et ne put obtenir un préparateur qu'en 1921 — il contine ses études sur la Chimie végétale et la Chimie du sol avec une foi et une ardeur qui ne se sont jamais ralenties : jusqu'à sa mort il conserva intact le feu sacré et le même désintéressement pour la science. Il fut, tant par ses travaux personnels, que par les trente générations d'ingénieurs-agronomes qu'il a formées, un de ceux qui contribuèrent le plus au juste renom de notre Ecole supérieure de l'Agriculture.

Président de la Société chimique de France en 1921, il est élu la même année membre de l'Académie d'Agriculture. Enfin l'Académie des Sciences lui ouvrit ses portes en 1925 en l'appelant à succéder à Léon Maquenne dans la Section d'Economie rurale.

En dehors de quelques travaux de chimie minérale pure, Gustave André se consacra surtout à la chimie du sol et des végétaux. En ce qui concerne ses recherches sur la terre arable, il ne semble pas que l'étude systématique de la matière humique ait été abordée avant les travaux qu'il fit, seul ou en collaboration avec son maître, Berthelot.

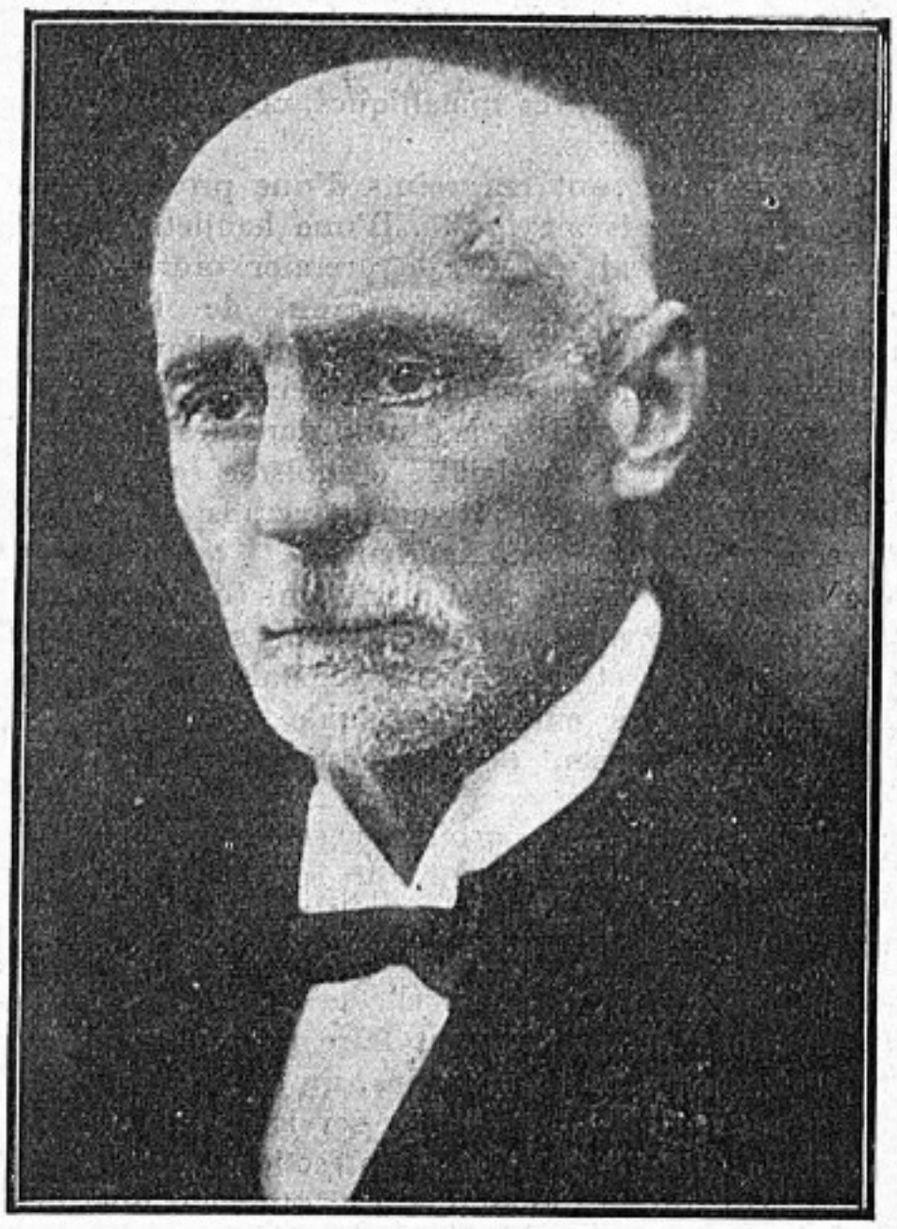


Fig. 162. — Gustave André (1856-1927)

Dans une série de recherches originales, il montre que cette matière azotée du sol se comporte comme un amide complexe dont la composition se rapproche des matières albuminoïdes animales ou végétales. Cette matière humique, variable de par son origine, se transforme en ammoniac, plus ou moins rapidement, suivant les conditions climatériques et sa profondeur d'enfouissement dans le sol.

Puis il étudia l'action des sels employés comme engrais surtout en ce qui concerne l'action de ces substances sur la solubilisation de la potasse et de l'acide phosphorique. Les expériences qu'il a entreprises sur ce sujet montrent l'influence, non négligeable, de certains engrais sur la libération de la potasse des silicates et de l'acide phosphorique de l'Apatite.

Mais c'est surtout à la chimie végétale que s'attacha particulièrement Gustave André et c'est dans ce domaine qu'il publia ses travaux les plus importants.

Nous ne pouvons, malheureusement, dans cette brève notice, analyser toutes ses études sur l'évolution des ma-

tières minérales et organiques au cours de la germination, l'étiolement, la migration des matières minérales et organiques chez les végétaux, le développement des plantes grasses, etc. Ces travaux forment un ensemble qui a augmenté considérablement nos connaissances en Physiologie végétale et en Agriculture.

Afin de se rendre compte de la conservation et de l'exosmose des matières minérales, Gustave André étudia en outre la composition des liquides circulant dans la plante dans tout le cours de sa croissance. En outre, la fonction chlorophyllienne, phénomène le plus important qui se passe à la surface du Globe, disait-il, lui fournit le sujet de quelques travaux où il chercha, en particulier, les relations entre la présence du magnésium et l'assimilation.

La Chimie appliquée à la Physiologie végétale ne fut pas la seule partie de cette science où il développa son activité.

Il s'est occupé, surtout au début de sa carrière, de recherches de Chimie minérale et organique pure, notamment, sur les oxychlorures métalliques, objet de sa Thèse, et les sels ammoniacaux.

Tous ces travaux sont empreints d'une probité scientifique poussée à l'extrême limite. D'une habileté manuelle remarquable et manipulateur de premier ordre, Gustave André fut le type accompli du savant de laboratoire. Comme il se plaisait à le répéter souvent : l'analyse était à la chimie ce que le dessin est à la peinture. Aussi, tout en reconnaissant ce qu'il y a d'utile dans les théories, il se méfiait de ce qu'il appelait le « cubisme scientifique » et n'admettait comme définitivement acquis que les faits ayant reçu la sanction de l'expérience.

Cette tournure d'esprit qu'il disait tenir de son premier maître, Frémy, apparaît nettement dans ses deux Traités de Chimie du sol et de Chimie végétale, ouvrages qui resteront, longtemps encore, le guide indispensable de tous ceux qui s'occupent de ces questions.

Gustave André fut un professeur remarquable, remaniant sans cesse son cours pour tenir ses élèves au courant des découvertes les plus récentes et faisant partager à son auditoire son amour pour la Science.

Comme, pour lui, la recherche et l'enseignement devaient marcher de pair, il sut faire de son laboratoire, auquel il consacrait tout son temps, un de ceux qui furent appelés à rendre les plus grands services à la cause de l'Agriculture; il avait su s'attirer l'affection des jeunes étudiants de l'Institut Agronomique, qui sentaient quel exemple était pour eux une vie si droite et si pleine de travail désintéressé.

Qu'il me soit permis enfin, après avoir parlé du savant et du professeur d'évoquer l'homme modeste et bon que nous avons connu. Plus qu'un respect admiratif, qui trop souvent tient l'élève éloigné du maître, M. Gustave André par sa simplicité attirait l'affection de tous ceux qui l'approchaient. Pour nous, qui avons eu la chance de vivre plusieurs années à ses côtés, tout en déplorant la perte du savant, nos regrets vont aussi au professeur qui considérait ses élèves comme de jeunes amis et qui était toujours prêt à prodiguer les conseils si justes que lui inspiraient ses vastes connaissances et sa profonde expérience.

Les souvenirs et les exemples qu'il laisse rendent encore plus pénibles la disparition de ce savant qui restera une figure marquante dans la science agronomique contemporaine.

P. Boischot,
Ingénieur-Agronome,
Préparateur de Chimie agricole
à l'Institut National Agronomique.

Médecine

Tuberculose pulmonaire: son traitement par le pneumothorax artificiel. — Le très grand nombre de méthodes préconisées pour le traitement de la tuberculose pulmonaire chronique est la preuve que jusqu'à nouvel ordre aucune d'entre elles n'est absolument spécifique : alors que pour beaucoup d'autres affections, les progrès de la médecine ont permis de trouver et de mettre au point la thérapeutique pathogénique efficace, pour la tuberculose, le problème reste entier et l'incertitude substiste.

La vaccination du nourrisson par le bacille bilié de Calmette-Guérin s'avère, dès maintenant, comme un procédé lourd de promesses, étant admis que la tuberculose pulmonaire de l'adulte n'est que le réveil, le plus souvent, d'une atteinte primitive de l'enfance en sommeil pendant de longues années : mais cette méthode se propose seulement de préserver et non de guérir.

Le traitement proprement dit est donc encore à trouver; tous les essais thérapeutiques successivement tentés ont, avec des chances inégales, rencontré des succès et des échecs et aucun d'eux n'a pu s'imposer de façon indiscutable.

Cependant — et jusqu'à nouvel ordre — une place à part doit être faite à un procédé dont le moindre mérite n'est pas l'originalité : c'est la méthode du pneumothorax artificiel ou de Forlanini.

Cette méthode est issue de l'idée séduisante et logique de mettre au repos l'organe malade et condense en une technique d'application simple et facile les divers moyens d'ordre chirurgical que l''on pouvait utiliser dans ce but

S'il peut apparaître, en effet, paradoxal d'intervenir sur un malade par une manœuvre ausi traumatisante que la resection de plusieurs côtes (thoracoplastie), au contraire, la simple piqûre du thorax, suivie de l'insufflation contrôlée d'un gaz dans la cavité pleurale rendue ainsi réelle s'avère de plus en plus comme un procédé simple et sans danger, d'autant que grâce aux Rayons X, rien n'est fait à l'aveuglette et la marche des phénomènes peut être suivie pas à pas.

L'effet immédiat de l'injection de gaz est de rétracter, de collaber (d'où le nom de « collapsothérapie ») le poumon autour de son hile de le réduire à l'état de moignon inerte et exsangue où le microbe éprouvera à se développer les plus grandes difficultés.

Puis, le gaz se résorbant peu à peu, il est nécessaire pour maintenir ce résultat de répéter les insufflations à intervalles plus ou moins rapprochés : c'est là une cure d'entretien qui se poursuit pendant des mois et des années

Lorsqu'elle cesse, la guérison obtenue, le poumon peut, dans les cas heureux, reprendre un fonctionnement presque normal mais fréquemment, il reste un symphyse pleurale étendue,une rétraction de la paroi thoracique : peu importe d'ailleurs : le but a été atteint, ce processus tuberculeux enrayé dans son évolution.

A vrai dire, toutefois, — et le contraire serait trop beau, — les choses ne se passent pas toujours aussi bien : abstraction faite de certains accidents rares, imprévisibles, rançon inéluctable de la part d'inconnu de toute thérapeutique, il peut se produire des incidents, heureusement sans conséquences graves : — des adhérences pleurales jetées dès avant entre le poumon et la plèvre pariétale peuvent, dans certains cas, s'opposer de façon momentanée ou définitive au décollement total et complet; parfois encore la rupture brusque d'une de ces adhérences entraîne, si une bronchiole y était incluse, l'ouverture de celle-ci dans la cavité, d'où infection purulente consécutive, pyopneumothorax. — Enfin, même si le collapsus complet a été, en apparence, obtenu il peut arriver que dans le moignon ré-

tracté persistent des poches non affaissées, des cavités où le processus bacillaire continue à évoluer.

Tous ces accidents sont bien connus et les Rayons X que complète, heureusement, le lipio-diagnostic, permettent d'y parer et de les traiter.

Réalisé, dès 1882, par Forlanini, introduit par lui dans la thérapeutique en 1894, le pneumothorax artificiel s'est peu à peu répandu partout et compte à son actif un nombre imposant d'indéniables succès : d'application relativement simple grâce à l'appareillage de Kfiss, de tchnique bien réglée, il se présente de plus en plus comme une méthode de choix.

Les conditions de succès de la méthode dépendent des possibilités d'application, des indications qui sont elles-mêmes déterminées par le caractère d'évolution et le mode de localisation des lésions.

Alors, en effet, que l'on ne peut en attendre qu'un effet palliatif lorsque l'évolution est très avancée, alors que, de même, on ne saurait en espérer une efficacité appréciable dans les cas à forme grave d'emblée, rapide, brûlant les étapes, on doit, au contraire, fonder les plus grands espoirs lorsqu'il s'agit de ces formes fibro-caséeuses, les plus fréquentes, à évolution lente, intermittente, où la défense du terrain est encore précaire mais suffisante déjà.

D'autre part, la localisation des lésions a aussi son importance et leur stricte unilatéralité, longtemps regardée comme une condition *sine qua non* est un facteur indispensable de succès. Il est, en effet, logique de penser que, dès l'instant que l'on prive un organisme, — et malade — d'un de ses poumons, il est de toute nécessité que l'autre soit absolument sain pour pouvoir assurer à lui seul la charge doublée d'une hématose normale. Actuellement cependant la bilatéralité des lésions n'apparaît plus comme une contre-indication absolue et si ce point demeure encore une question d'espèce, la décision à prendre dépend de façon étroite des constatations faites et d'une connaissance très poussée des conditions en jeu.

Enfin, on a pu arriver, dans des cas heureux, à pratiquer un double pneumothorax : méthode audacieuse, née d'un fait d'expérience ; le décollement se fait parfois de façon élective au niveau des parties les plus atteintes et l'on peut — avec de la chance — en insufflant une minime quantité de gaz (sélective collapse) obtenir un affaissement localisé au point précis où il est le plus nécessaire. Mais il serait très aventureux de penser qu'un résultat aussi favorable peut être obtenu couramment et cette audacieuse méthode doit, jusqu'à nouvel ordre, rester l'exception : pneumothorax bilatéral, pneumothorax localisé surtout, sont des raretés, bien loin encore de rentrer dans la pratique courante.

Quoi qu'il en soit, et quelque espoir que puisse encore permettre le perfectionnement de la technique, il résulte de l'expérience de 30 années de pratique mondiale que le procédé du pneumothorax artificiel est « l'arme la plus effective que nous possédions en phtisiologie » (Léon Kindberg). Peu dangereux, d'exécution simple et commode, bien supporté par le malade qu'il gêne peu dans son train de vie, il conduit le plus souvent à la guérison lorsqu'il a été institué d'assez bonne heure et demeure en dernière analyse et à défaut de mieux le traitement de choix de la tuberculose pulmonaire chronique.

Dr Jean Didiée.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 20 juin 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Riquier.* — **Sur l'intégration générale de l'équation aux dérivées partielles $s = f(x, y, z, p, q)$.**

— *Hjelmsley* (prés. par M. Goursat). — **Sur les invariants des séries entières.**

— *André Roussel* (prés. par M. Goursat). — **Une méthode intermédiaire de calcul des variations.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *G. Pólya* (transm. par M. Hadamard). — **Sur les fonctions entières à série lacunaire.**

— *G. Fichtenholz* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les suites de fonctions analytiques.**

— *Biernacki* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur le déplacement des zéros des fonctions entières par leur dérivation.**

GÉOMÉTRIE. — *Otakar Boruvka.* — **Géométrie projective des correspondances analytiques entre deux plans.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Gaston Julia.* — **Remarques sur les droites singulières des congruences.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Kiveliovitch* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les orbites périodiques du problème des trois corps avec chocs de deux corps.**

— *P. Fatou* (prés. par M. Maurice Hamy). — **Sur le mouvement des nœuds de certaines orbites.**

ASTRONOMIE. — *Emile Belot* (prés. par M. Bigourdan). **Origine et valeurs des excentricités des orbites d'après la cosmogonie dualiste.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *L. Rosenfeld* (prés. par M. de Broglie) — **L'électron magnétique et la mécanique ondulatoire.**

HYDRAULIQUE. — *Charles Camichel.* — **Sur les tourbillons provoqués par un obstacle immergé dans un courant liquide.**

PHYSIQUE DU GLOBE. — *J. Mac Langlin* (prés. par M. G. Ferrier). — **Mesures sur les gros ions à Paris.**

Cette Note résume les nouvelles mesures prises, complétant celles publiées récemment (*C. R.* 184, 1927, p. 1183). Pour une couche atmosphérique égale à la hauteur de la tour Eiffel, et une concentration moyenne des ions, l'absorption de la radiation solaire par les gros ions est de 6/1000.

L'étude statistique a donné des résultats négatifs pour la pression barométrique et l'humidité absolue, mais des résultats positifs pour la température, l'état hygrométrique, la vitesse du vent, la visibilité, la nébulosité et la pluie.

Par beau temps on a constaté un excès négatif considérable d'ions, excès qui peut expliquer le renversement du champ électrique par ciel serein. L'auteur montre que l'hypothèse de Chauveau sur la possibilité des gros ions comme source des charges sur la pluie est soutenable.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *V. Posejpal* (transm. par M. Pierre Weis). — **Le rendement de la fluorescence du niveau K pour les lignes $K\alpha$.**

Si Q et le nombre d'atomes semblables, ionisés au niveau K et S le nombre total des quanta $h\nu_\alpha$ émis par ces atomes pendant leur reconstitution, le rapport $S : Q = U_\alpha$ est le rendement de fluorescence cherché. Les Q atomes émettront, en revenant dans leur état normal, pendant la

première phase de leur évolution, les lignes de la série K, et il y aura Q A atomes émettant les lignes α, Q B les lignes β et Q C les lignes γ. On peut admettre que les probabilités A, B, C sont directement proportionnelles aux nombres d'électrons disponibles pour chaque ligne en question et inversement proportionnelles aux forces attractives exercées par le noyau sur eux.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Ch. Maurain* (prés. par M. G. Ferrié). — **Mesures magnétiques en Alsace et en Lorraine.**

Ces mesures ont été effectuées en 1926 dans 44 stations. Dans un tableau sont données les valeurs de la déclinaison D, de l'inclinaison I et de la composante horizontale H rapportées au 1er janvier 1922. Ce travail permet d'établir la carte magnétique avec plus de précision, qu'avec les données de A. Nippoldt, en 1909. Au Nord de l'Alsace et en Lorraine, on a constaté des anomalies assez fortes. L'auteur met en évidence ce fait intéressant, que la chaîne des Vosges a une influence magnétique qui se traduit en gros par une dépression vers le Sud des lignes d'égale inclinaison et d'égale composante horizontale. Cette anomalie paraît correspondre aux zones des roches éruptives qui se présentent dans la chaîne des Vosges depuis la vallée de Schirmeck jusqu'à l'extrémité méridionale de la chaîne.

POLARIMÉTRIE. — *R. Descamps* (prés. par M. A. Cotton). — **Dispersion rotatoire naturelle, dans l'étendue du spectre ultraviolet, de quatre solutions aqueuses d'acide tartrique.**

Dans le but de compléter les expériences de P. G. Nutting, et celles de G. Bruhat et M. Pauthenier sur les courbes de dispersion rotative de l'acide tartrique, l'auteur a réalisé la dispersion de quatre solutions aqueuses de l'acide au moyen d'un spectropolarimètre spécial. Les résultats exposés dans un tableau montrent que ces solutions présentent des pouvoirs rotatoires spécifiques gauches considérables qui croissent vers la concentration. Les courbes de dispersion rotatoire correspondantes, tracées suivant les coordonnées $[\alpha]$, λ^2 forment un faisceau assez étroit qui, après le changement du signe, se resserre encore à mesure que la longueur d'onde décroît; de plus, les portions des courbes de deux des solutions étudiées, comprises en $\lambda = 2652$ et $\lambda = 2536$, sont à peu près parallèles à l'axe des pouvoirs rotatoires spécifiques.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *Beauvais* et *Mesny* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur une disposition de cage de Faraday pour radiotélégraphie.**

Dans l'emploi des cages de Faraday en radiotélégraphie, il est difficile, et souvent impossible, d'empêcher l'hétérodyne de venir influencer les appareils de réception. Il en résulte des inconvénients auxquels on obvie en constituant la cage par un coffre formé de plaques de métal soigneusement soudées, et dont le couvercle horizontal s'emboîte dans une rainure ménagée à la partie supérieure de la boîte. Si les parois de cette rainure et le couvercle horizontale sont constitués par un métal amalgamé et si l'on remplit la rainure de mercure, le simple fait d'y placer le couvercle constitue entre ce dernier et la cage une véritable soudure. Dans ces conditions, une hétérodyne enfermée dans la cage n'influence plus aucunement un appareil de réception placé à l'extérieur.

RADIOACTIVITÉ. — *Mlle Maracineanu* (prés. par M. H. Deslandres). — **Recherches sur la radioactivité de la matière exposée pendant longtemps au rayonnement solaire.**

Poursuivant ses recherches antérieures (*C. R.* 184, 1927, p. 1321) Mlle Maracineanu a vérifié les premiers résultats obtenus et a fait de nouvelles observations avec des métaux autres que le plomb. L'Observatoire de Paris possède en effet des toitures en zinc et en cuivre exposées au Soleil. Pour ces deux métaux la face exposée au Soleil a montré une radioactivité nette, quoique inférieure à celle du plomb. Avec le zinc la face non exposée a été trouvée aussi active, et, avec ce métal, le rayonnement émis est plus pénétrant qu'avec les autres.

Avec le calcaire, le fer et la fonte, la radioactivité a été nulle.

— Au sujet de la communication précédente de Mlle Maracianu, M. Deslandes fait remarquer, notamment, que d'autres faits similaires, déjà publiés, ont été attribués à la diffusion de corps radioactifs connus dans le métal; il lui a semblé que les faits actuellement acquis s'expliqueraient beaucoup mieux par une action spéciale de la lumière.

— *H. Jedrzejowsky* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur la charge de rayons α émis par seconde par un gramme de radium.**

Les treize expériences effectuées ont donné, comme moyenne, pour la charge émise par 1 gr. de radium par seconde :

$$L = 33{,}4 \text{ u. e. s.}$$

qui correspond au nombre de particule α :

$$N = 3{,}50 \times 10^{10}.$$

Ce nombre est en parfait accord avec les résultats récents de numération directe obtenus par H. Geiger et A. Werner. M. Thibaud et L. Meitner ont calculé récemment la chaleur dégagée par 1 gr. de radium en partant d'un nombre approché du nôtre et ont trouvé un bon accord avec l'expérience. Le nombre trouvé par l'auteur reste notablement inférieur à celui trouvé par Hess et Lawson qui ont donné $N = 3{,}72.10^{10}$.

PHOTOCHIMIE. — *A. Andant* et *E. Rousseau* (prés. par M. Guignard). — **Sur la photolyse de l'acide cyanhydrique par les radiations totales de l'arc au mercure et les radiations filtrées.**

Les résultats obtenus montrent que la radiation 3.650 du mercure, agissant pour la plus grande partie seule, produit des actions photolytiques du même ordre de grandeur que celle que produit la totalité des radiations du mercure jusqu'à 3130 Å. Le verre de Wood ayant, vis-à-vis de la raie 3650, une absorption propre d'environ 60 p. 100 (mesurée par la pile thermo-électrique) cette considération fait apparaître une différence encore plus grande entre l'action des radiations infrarouges et la radiation 3650 pure, et celle de toutes les radiations (infrarouges, visibles, ultraviolettes jusqu'à 3130). Il semble que la photolyse, par les radiations ultraviolettes, est gênée par la présence des radiations de plus grandes longueurs d'onde, phénomène, signalé par Becquerel, en 1872, pour la première fois.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Eugène Cornec* et *Joseph Dickely* (prés. par M. Urbain). — **Etude sur le perchlorate de sodium.**

Le sel cristallise anhydre ou monohydraté suivant la température des solutions; la température de transition est donnée par la brisure de la courbe de solubilité.

A 15°, la solution saturée de sel anhydre est fortement sursaturée par rapport au sel hydraté; lorsque la sursaturation cesse, 100 gr. de solution donnent 28 gr. de cristaux. La densité de la solution saturée de sel anhydre est presque indépendante de la température. En ajoutant progressivement un sel à un mélange de perchlorate de sodium et d'eau, on constate que la température de transition s'abaisse d'abord progressivement, puis qu'elle reste constante.

Les équilibres entre l'eau, le perchlorate de sodium et le chlorure de sodium ajouté ont été étudiés de 0 à 100°.

La surface de cristallisation comprend trois nappes, correspondant respectivement à ClO^4Na, ClO^4Na^2O, Cl Na,

— *Victor Lombard* (prés. par M. J. Perrin). — **Perméabilité du fer et du platine à l'hydrogène.**

La perméabilité du fer et du platine à l'hydrogène est, comme celle du nickel, de la forme $d = a^t$ (a constante, t température). La perméabilité du fer est bien plus grande que celle du platine. Les recherches sur le nickel ont montré que la perméabilité de ce métal, à l'hydrogène, est très voisine de celle du fer.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Armand Valeur* et *Paul Gaillio* (prés. par M. Charles Moureu). — **Sur le passage de la triméthylarsine à l'acide cacodylique.**

On prépare le dichlorure de triméthylarsine $(CH^3)\ ^3AsCl^2$, en faisant arriver un courant lent de chlore à la surface d'une solution de l'arsine dans le benzène sec. Il se dépose un composé cristallisé en aiguilles très peu solubles dans le benzène. Chauffé au bain d'huile, vers 180°, ce produit se dédouble en CH^3Cl et chlorure de cacodyle. On peut obtenir ce dernier, avec un rendement d'environ 90 p. 100. Le chlorure de cacodyle est ensuite directement et quantitativement oxydé, par H^2O^2, en acide cacodylique. Le passage de la triméthylarsine à l'acide cacodylique s'effectue ainsi, avec un rendement pratique de 83 à 85 p. 100.

— *Charles Prévost* (prés. par M. Moureu). — **Sur une évolution inattendue des dibromures de diisocrotyle.**

Les réactions de fixation de Br^2 et de départ de H Br, considérées dans leur ensemble, se résument en une substitution de Br à H dans une chaîne latérale du diisocrotyle; la parenté de formule de carbure et des dérivés méthylés du benzène permet de supposer un mécanisme analogue, mais sans intermédiaire saisissable, dans le passage du toluène au bromure de benzyle, analogie qui apporte un argument nouveau en faveur de la formule de Kékulé.

— *Marcel Bouis* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Fixation de l'acide bromhydrique sur les carbures alléniques.**

Les expériences ont porté sur l'éthylallène qui, refroidi à 0°, a été traité par une solution acétique d'acide bromhydrique. Le produit de la réaction, lavé et séché, a donné à la distillation deux fractions, correspondant respectivement à l'addition d'une et de deux molécules d'hydracide. La première fraction est un mélange dont le point d'ébullition n'est pas fixe; aucune séparation n'est pratiquement possible. La deuxième fraction est constituée par un dibromure $C^5H^{10}Br^2$, dont la formation s'explique aussi bien à partir du monobromure qu'à partir de son isomère, d'après les règles admises relativement à l'addition des hydracides sur les bromures éthyléniques.

— *Aimé Pictet* et *H. Vogel*. — **Synthèse du Maltose.**

Le glucose α et le glucose β chauffés à 160° dans le vide, fondent : le premier en perdant les éléments d'une molécule d'eau et se convertit en glucosane; le deuxième sans subir de modifications. Mais un mélange équimoléculaire de deux glucoses se comporte différemment encore : après être entré en fusion, il se resolidifie brusquement, la température restant toujours à 160°; il y a donc formation d'un produit de condensation des deux sucres, produit dont la solution dans l'eau chaude a montré qu'à côté de glucose non transformé et d'un peu de dextrines, il y a une notable quantité d'un dissaccharide. L'étude de celui-ci a révélé nettement que le produit de condensation du glucose α et du glucose β est le maltose dont la synthèse est ainsi réalisée.

MINÉRALOGIE. — *Paul Gaubert*. — **Sur l'enroulement hélicoïdal dans les cristaux.**

Les recherches de l'auteur montrent que l'existence des édifices hélicoïdaux est assez fréquente et qu'en dehors des beaux sphérolites à enroulement, étudiés jusqu'ici, on peut la constater dans des cristaux isolés, dans des sphérolites ne montrant pas d'anneaux concentriques et dans des masses fibreuses en apparence tout à fait irrégulières.

AGRONOMIE. — *Ch. Brioux* et *J. Pien*. — **Le besoin en chaux des sols acides. Réapparition lente de l'acidité après saturation par la chaux.**

Une terre acide, mélangée à la quantité théorique de chaux indiquée par les courbes de saturation arrive à la neutralité et s'y maintient un certain temps, mais au bout de quelques semaines, le sol a une tendance à se réacidifier. Plusieurs lots d'une terre (pH initial : 5,67; besoin en CaO : 0,488 p. 1000) furent additionnés de CaO ou de CO^3Ca, soit à dose égale au besoin en CaO, soit à dose triple. Les lots ont été maintenus légèrement humides et les mesures du pH ont montré pour celui-ci une baisse numérique très accentuée dès la troisième semaine pour tous les lots. Après la huitième semaine, les lots à dose simple sont plus acides qu'avant l'essai et les lots à dose triple s'acidifient légèrement.

Pour expliquer la disproportion entre l'acidité finale et la chaux restée disponible, on peut admettre, soit la formation d'acides organiques, soit l'existence dans le sol, de certains silicates non saturés, peu solubles, dont les radicaux acides n'agissent pas ou peu sur le pH initial des suspensions de sol, et ne se saturent que très lentement aux dépens de la chaux introduite. L. Franchet.

PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *G. André* et *E. Demoussy*. — **Sur la répartition du potassium et du sodium chez les végétaux.**

La répartition du potassium et du sodium, n'affectant que des formes solubles, est sous la dépendance de la diffusion : pendant le développement du végétal, l'élément le plus mobile, le potassium, s'éloigne le plus vite de la solution mixte, que celle-ci soit extérieure comme dans le cas de la racine de betterave, ou qu'elle soit contenue dans le réservoir constitué par le vieux bois dans le cas des plantes ligneuses. Au moment de la période de repos, l'homogénéité tend à s'établir; les deux éléments, conservant leur mobilité dans l'ensemble de la plante, continuent à être soumis aux lois de la diffusion et se déplacent comme dans une masse de liquide inerte.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *P. Viala* et *P. Marsais*. — **La Sclériase des raisins, due au *Sordaria uvicola*.**

Cette nouvelle maladie est due à un Ascomycète, le *Sordaria uvicola* (spec. nov.), dont l'évolution biologique est complexe. Les grains de raisin, à maturité, sont éclatés par le Champignon et se dessèchent rapidement. C'est dans le seul vignoble roumain, de Bessarabie, que le mal a été jusqu'à ce jour constaté; son introduction en France pourrait présenter quelque danger pour nos vignobles, à cause de l'extraordinaire rapidité de poussée végétative du parasite. C'est en quelques heures que poussent, dans les cultures, les périthèces aussi bien que les autres formes de reproduction; en 12 ou 24 heures les asques et les ascospores sont organisées dans le conceptable.

PHYSIOLOGIE. — *Pierre Bazy*. — **Remarque au sujet de la Note de M. Raymond Hamet (présentée par M. Charles Richet, le 13 juin 1927).**

Au sujet de l'arrêt cardiaque provoqué, d'après M. Hamet, par l'adrénaline, l'auteur fait observer que l'injection intracardiaque d'adrénaline, 1 mgr. et plus, a, jointe à la respiration artificielle, sauvé, on peut dire ressuscité, des opérés chez lesquels le cœur avait cessé de battre dans le cours d'une chloroformisation. Le discrédit ne saurait être jeté sur cette méthode tout à fait recommandable de traitement des syncopes.

— *Philippe Fabre* (prés. par M. d'Arsonval). — **Secousse de shunt sur le gastrocnémien de grenouille.**

Sur les préparations que l'auteur a expérimentées, la secousse de shunt du gastrocnémien s'est montrée plus ample que celle obtenue lors de la fermeture du courant polarisant, plus ample aussi que celle obtenue par ouverture simple de ce même courant. L'excitation par shunt se fait mieux en courant descendant qu'en courant ascendant, contrairement à ce que l'on pourrait prévoir d'après les résultats en excitation monopolaire sur l'homme. Elle se manifeste soit que l'on opère avec un nerf coupé sur électrodes de d'Arsonval, soit avec un nerf non coupé reposant dans la chambre spéciale de Lapicque.

— *H. Cardot, J. Régnier, D. Santenoise* et *P. Varé*. — **Sur les variations de l'excitabilité corticale, en rapport avec l'excitabilité pneumogastrique, l'appareil thyroïdien et l'activité musculaire.**

Une liaison étroite s'indique entre l'excitabilité corticale et l'excitabilité des centres pneumogastriques.

Par l'administration de doses croissantes d'ésérine, on peut successivement mettre en jeu : le facteur pneumogastrique et thyroïdien avec les doses faibles, le facteur musculaire avec les doses fortes.

La chronaxie du gyrus sigmoïde chez le chien peut présenter de très amples variations en rapport d'une part avec les pneumogastriques et l'appareil thyroïdien, d'autre part avec l'appareil musculaire.

GÉOLOGIE. — *Louis Barrabé* (prés. par M. H. Douvillé). — **Sur la série sédimentaire et crétacée de la côte occidentale de Madagascar, entre le Manambolo et le Manambao.**

La série sédimentaire jurassique et crétacée, sur la rive nord du Manambolo, est très voisine de celle, mieux connue, située au sud de la Betsiboka. Les différences essentielles sont seulement : 1° l'absence ici du Lias fossilifère indiscutable; 2° l'absence du faciès callovien de la « Golden Oolite » de Cutch qui se rencontre non seulement au Nord (Mahavavy), mais aussi au Sud (Sakondry); 3° la réduction des niveaux albiens fossilifères; 4° l'absence des grès à reptiles remplacés peut-être en partie ici par les calcaires gréseux et les marnes du Sénonien inférieur.

— *F. Blondel* (transm. par M. Pierre Termier). — **Sur le volcanisme récent dans le sud-est de l'Indochine.**

Le fait le plus frappant est l'extrême étendue des phénomènes volcaniques dont cette région a été le siège. Le tiers de la superficie du pays étudié et qui a environ 600 kil. de longueur sur 300 kil. de largeur est couvert de basalte, ce qui représente pour l'extension de ces roches basaltiques une surface égale approximativement au dixième de la France.

Les anciens volcans que l'on trouve au Kontum et au Dorlac datent sinon du Quaternaire, du moins de la fin du Tertiaire.

BOTANIQUE. — *Henri Coupin* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur la nutrition carbonée du *Penicillium glaucum* à l'aide de divers composés organiques de la série grasse.**

Surs les 47 substances de la série grasse que l'auteur a eu l'occasion de mettre en expérience, 22 se sont montrées capables d'assurer plus ou moins bien, la nutrition carbonée du *Penicillium*, proportion assez notable qui explique, en partie, pourquoi cette Mucédinée, trouvant partout ce qui lui convient, est si répandue et contamine les milieux les plus divers.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Denis Bach* (prés. par M. Guignard). — **La nutrition azotée des Mucorinées. Assimilation de l'ion nitrique.**

Les divers *Rhizopus* et *Absidia* sont incapables d'utiliser l'azote des nitrates. Il en est de même avec *Phycomyces splendens*, *Thamnidium elegans*, *Chœtostylum Fresenii*. Par contre, les espèces des genres *Mucor*, *Circinella*, *Helicostylum*, *Cunninghamella* et *Syncephalastrum* se développent toutes sur nitrate de potasse.

— *Robert Lami* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Influence d'une peptone sur la germination de quelques Vandées.**

La peptone accélère la germination, puis le développement des protocormes. Elle entrave l'apparition précoce de la chlorophylle, et le protocorme incolore mène pendant quelque temps une vie saprophytique. L'aptitude au développement des graines d'un même fruit est variable; sous l'influence de la peptone, cette inégalité tend à disparaître, le pourcentage des plantules viables augmente et, pour un lot de graines de qualité moyenne, passe de 50-60 à 90-95 pour 100.

Le repiquage précoce des protocormes sur un milieu non sucré, repiquage équivalant physiologiquement à la suppression de la symbiose, n'entrave pas la croissance des plantules. Il semble donc, par suite, que l'évolution des Orchidées adultes puisse s'effectuer sans symbiose.

CRYPTOGAMIE. — *Jean Bathellier* (prés. par M. Louis Mangin). — **Note sur les cultures mycéliennes réalisées par les termites indochinois.**

Le Basidiomycète présent sur les meules d'*Odontotermes Horni* Wasmann est une Agaricinée : *Volvaria eurhiza* Berkeley et Broome. L'auteur croit qu'il se trouve aussi dans les cultures des autres termites indochinoises. En outre, le *Xylaria Gardneri* var. *minor* Berkeley est toujours présent sur les meules des termites indochinoises, mais il n'est pas apparent, tant que ces constructions sont conservées dans les conditions normales de l'intérieur du nid. Au contraire, les meules des Atta sud-américaines ne paraissent renfermer que le mycélium du *Rozites gongylophora* Möller.

ZOOLOGIE. — *Jacques Pellegrin* (prés. par M. Bouvier). — **Les Barbeaux du Maroc.**

On ne distingue pas moins de dix-sept espèces, plus deux variétés, de Barbeaux dans les principeaux cours d'eau du Maroc. Dix espèces rentrent dans la catégorie des Barbeaux proprement dits, dont le type bien connu est le Barbeau commun (*Barbus fluviatilis* Agassiz) de nos eaux métropolitaines. Les sept autres appartiennent à la section des *Labeobarbus*, d'origine éthiopienne et même sud-asiatique.

Si, dans les eaux polluées, la chair de ces Poissons contracte un goût de vase assez prononcée, elle est, au contraire, assez agréable dans les eaux claires et limpides, et vaut assurément celle de la plupart des Poissons blancs de nos rivières.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Ph. Joyet-Lavergne* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur les rapports entre le glutathion et le chondriome.**

Dans les deux espèces de Grégarines étudiées, *Steinina ovalis* (Léger et Duboscq) et *Gregarina polymorpha* (Hamm). parasites de l'intestin de la larve du *Tenebrio molitor*, il existe un parallélisme remarquable, aux diverses phases de l'évolution, entre la teneur en glutathion dans les différentes régions d'une Grégarine et la distribution du chondriome : les zones cytoplasmiques dépourvues de chondirome ne donnent pas la réaction du glutathion, celles où les éléments du chondriome sont peu abondants donnent une réaction faible et celles où le chondriome est le plus abondant donnent une réaction plus forte.

FLORE COLONIALE. — *René Maire* et *Paul de Peyerimhoff*. — **Sur la découverte d'un Pin Laricio dans l'Afrique du Nord.**

Ce Pin a été recontré dans les forêts de Cèdres du ver-

sant sud du Djurdjura. Le premier coup d'œil jeté sur le petit peuplement de quelques centaines d'arbres permettait d'exclure l'hypothèse d'une plantation régulière. Un des arbres se montrait âgé de plus de 200 ans. Les quelques arbres actuels sont marabouts et doivent certainement leur survivance à leur caractère sacré.

Les auteurs proposent pour ce Pin le nom de *P. nigra* var. *mauretanica*.

THÉRAPEUTIQUE. — *Joseph Thomas* (prés. par M. Ch. Richet). — **Des injections d'autolysats cancéreux dans le traitement des cancers.**

L'amélioration des tumeurs cancéreuses après injections d'autolysats cancéreux est si évidente que l'auteur propose au chirurgien qui a enlevé une néoplasme, de faire suivre son intervention d'injections de tissus autolysés, ce qui évitera peut-être une récidive.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Marcel Duval* et *P. Portier* (prés. par M. Joubin). — **Sur la teneur en gaz carbonique total du sang des Invertébrés d'eau douce et des Invertébrés marins.**

Le sang des Invertébrés d'eau douce est beaucoup plus riche en gaz carbonique que celui des Invertébrés marins. Pareillement, le sang de l'Écrevisse transporte deux fois plus de gaz carbonique que celui de la Langouste et autres Crustacés marins.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *R. Fosse* et *A. Hieulle* (transm. par M. E. Roux). — **Identification de l'acide allentoïque dans les feuilles de l'*Acer speudoplatanus*.**

La présence réelle de l'acide allantoïque dans le suc de *Phascolus* a pu être établie par la différenciation des acides allantoïque et uroxanique xanthylés *bruts* basés sur : 1° leur rupture moléculaire en sel de pyryle et uréide; 2° la propriété que possède l'acide uroxanique de former un sel de plomb cristallisé, très peu soluble, caractéristique. Par cette méthode, combinée à l'analyse quantitative élémentaire, les auteurs démontrent aujourd'hui que les feuilles vertes du Sycomore contiennent aussi l'acide allantoïque.

PHARMACODYNAMIE. — *H. Simonnet* et *G. Tanret* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur les propriétés hypoglycémiantes du sulfate de galégine.**

La galégine, isolée des graines de *Galega officinalis*, offre le premier exemple d'un alcaloïde végétal, cristallisé, de constitution connue, qui, par voie sous-cutanée ou par voie buccale amène la rupture d'équilibre du suc sanguin et provoque l'hypoglycémie. Son maniement chez l'animal (et en particulier chez le chien) est rendu assez délicat par la faible marge qui existe entre la dose hypoglycémiante et la dose mortelle.

BACTÉRIOLOGIE. — *J. Cantacuzène* et *O. Bonciu* (prés. par M. Roux). — **Agglutinabilité acquise au contact des filtrats scarlatineux par les bactéries chauffées à 60°.**

Des bactéries, autres que les streptocoques, ayant acquis au contact de filtrats scarlatineux l'agglutinabilité spécifique vis-à-vis du sérum des convalescents, conservent cette agglutinabilité une fois tirées par le chauffage à 60°.

Des bactéries (autres que les streptocoques) susceptibles d'acquérir l'agglutinbilité spécifique lorsqu'on les cultive au contact de produits scarlatineux filtrés acquièrent cette agglutinabilité même lorsque, préalablement tuées par la chaleur à 60°, on les maintient pendant 24 heures au contact de ces filtrats.

Une espèce microbienne qui a acquis l'agglutinabilité par culture dans un filtrat scarlatineux, puis repiquée sur géloso, garde son agglutinabilité tant qu'elle est vivante et la perd quand on la chauffe à 60°.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *X. Chahovitch* et *Mlle Vichnjitch* (prés. par M. Henneguy). — **Le métabolisme énergétique (le métabolisme de sommet et le métabolisme de base) au cours de la tuberculose expérimentale.**

Il existe une diminution du pouvoir d'accommodation de la thermogénèse au cours de la tuberculose expérimentale du Cobaye. Cette modification est produite surtout par la diminution de l'intensité du métabolisme de sommet. L'intensité du métabolisme de base peut être augmentée en l'absence de toute élévation de température corporelle.

P. GUÉRIN.

Séance du 27 juin 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Maurice Gevrey.* — **Problèmes aux limites du type elliptique; cas des contours à points anguleux.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Lavrentieff* (prés. par M. Goursat). — **Sur un problème de M. P. Montel.**

GÉOMÉTRIE. — *E. Cartan.* — **Sur certaines formes riemanniennes remarquables des géométries à groupe fondamental simple.**

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *L. Féraud.* — **Sur une généralisation des correspondances ponctuelles qui établissent l'applicabilité projective.**

MÉCANIQUE. — *A. Blondel.* — **Sur un procédé de discussion synthétique des conditions de fonctionnement des régulateurs des turbines à vapeur.**

— *D. S. de Lavaud* (prés. par M. Rateau). — **Les vitesses critiques fondamentales d'une voiture automobile.**

— *Robert Esnault-Pelterie* (prés. par M. Léon Guillet). — **Méthodes et appareils pour la mesure de la dureté hertzienne.**

GÉODÉSIE. — *Marcel Brillouin.* — **Champ de gravitation extérieur et densités dans la couche superficielle du globe. La question de l'Isostasie.**

THERMODYNAMIQUE. — *Félix Michaud* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur les mélanges binaires de liquides volatils. Cas où les molécules d'un des composants sont partiellement associées.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Raoul Ferrier* (transm. par M. Paul Painlevé). — **Les deux moments magnétiques de l'atome.**

GÉODÉSIE. — *Marcel Brillouin.* — **Champ de gravitation extérieur et densités dans la couche superficielle du globe. La question de l'Isostasie.**

— *Paul Helbronner.* — **Sur les côtés communs du Parallèle d'Avignon et de la Chaîne méridienne des Alpes françaises.**

De ses nouvelles observations, l'auteur conclut que la précision des résultats d'un enchaînement géodésique n'est pas uniquement fonction des dimensions des instruments et de leur perfection intrinsèque : leur mode d'emploi et l'organisation des compensations ultérieures permettent d'envisager un rétablissement très considérable au profit des appareils de dimensions réduites.

ÉLECTRICITÉ. — *Ny Tsi Ze* (prés. par M. Fabry). — **Déformations électriques du quartz.**

Les mesures ont été effectuées par la méthode des interférences lumineuses, dans un champ électrique constant, en utilisant un dispositif permettant d'observer le déplacement relatif d'une surface fixe et d'une surface subissant le déplacement étudié. En établissant un champ électrique suivant la direction de l'axe électrique d'un parallélipipède rectangle de quartz, ayant quatre arêtes parallèles à l'axe optique et quatre arêtes parallèles à l'un des axes binaires, l'étude des déformations a été faite dans les

trois direction de ce parallépipède : direction normale aux axes optique et électrique; direction de l'axe électrique; direction de l'axe optique.

SPECTROSCOPIE. — *C, Mihul* (prés. par M. A. Cotton). —**Sur la structure du spectre du second ordre du carbone** (C II).

Deux des termes de multiplicité $r = 4$, donnant dans l'ultraviolet extrême un triplet $(sp)\ p^4\ P - (pp)\ p^4S$ ont été identifiés par Bowen. M. C. Mihul en identifie trois autres : un triplet $^4P^4S$; un multiplet $^4P^4P'$ et un multiplet $^4P^4D$.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Maurice Auméras* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Sur la conductivité de l'acide fluorhydrique.**

Ces nouvelles expériences montrent que la valeur de la constante K est nécessairement inférieure à la valeur $7{,}2.10^{-4}$ calculé par Pick en partant des mesures de la conductivité électrique de l'acide fluorhydrique dues à W. Ostwald. Toutefois les mesures de la conductivité des solutions aqueuses de cet acide ne peuvent renseigner sur la valeur de cette constante, aucun palier ne se dessinant sur la courbe et les résultats, pour les solutions extrêmement diluées, étant faussées par la dissociation électrolytique propre de l'eau. Seule, la méthode indiquée antérieurement par l'auteur, et dans laquelle un grand excès d'ions H par rapport aux ions F masque la seconde dissociation de l'acide fluorhydrique, peut conduire à la valeur de la constante cherchée : $16{,}7.10^{-5}$ à 25°.

— *A. Sanfourche* et *B. Focet* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la décomposition par l'eau du phosphate monocalcique.**

Le phosphate monocalcique en solution aqueuse éprouve une décompositin qui détermine la mise en liberté d'acide orthophosphorique avec précipitation de phosphate dicalcique, et cette décomposition sera d'autant plus complète que la concentration sera plus élevée, contrairement à ce qui se passe avec la plupart des autres sels décomposables par l'eau qui sont d'autant plus décomposés que la concentration est plus faible.

Le sulfate de calcium exerce une influence singulière sur la décomposition, car, à l'état de gypse, son effet est nul, tandis qu'à l'état de semi-hydrate, non seulement il modifie, en l'élément, le taux de la décomposition, mais, en outre, il en change complètement l'allure.

— *Paul Bauret, Albert Portevin* et *Pierre Chevenard* (prés. par M. Le Chatelier). — **Alliages devant résister aux effets d'un gradient alternatif de températures et en particulier, alliages pour moules de verrerie fine.**

Les meilleurs alliages pour moules paraissent être jusqu'ici, les ferronickels de chrome et de tungstène : à 20° leur dilatabilité et leurs coefficients de conductibilté thermique sont respectivement voisins de 8.10^{-6} et 0,02 C.G.S. A la même température et à l'état d'emploi, c'est-à-dire à l'état forgé et recuit, leur ténacité est d'environ 65 kg. : mm^2 et leur allongement de rupture atteint 30 p. 100. Leur vitesse d'extension visqueuse n'excède pas 2.10^{-3} mm : heure à 600° sous la charge de 10 kg. : mm^2. Après 2 millions d'opérations, leurs parois internes sont absolument indemnes, tandis que les meilleurs moules en fonte sont mis hors service après cinquante mille opérations au plus.

— *Mlle M. Quintin* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur une relation entre l'activité des ions H+ et celle des cations métalliques dans une solution de sels de métaux lourds.**

Dans les solutions de sulfates et de nitrates de zinc, de cadmium et de cuivre, l'activité de l'ion métallique est, à toute concentration comprise entre $\frac{M}{2}$ et $\frac{M}{2048}$, proportionnelle à celle de l'ion H+. Pour tous les sels, par le choix d'une correspondance entre les états standards des deux sortes d'ions, la constante de proportionnalité peut être égale entre elles à toute dilution.

— *P. Vaillant* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le rôle que joue dans le déplacement de Kundt l'intensité du maximum d'absorption.**

Dans une Note antérieure (*C. R.*, 184, 1927, p. 939); l'auteur a complété ainsi la règle de Kundt : « Le déplacement vers le rouge est la différence de deux termes respectivement proportionnels aux accroissements de l'indive et de la densité du solvant. » De la nouvelle étude qu'il a faite au spectrophotomètre Yvon de la bande verte d'absorption de l'éosine, il résulte que cette loi ne se vérifie qu'autant que l'intensité de la bande d'absorption se conserve d'un solvant à l'autre. En d'autres termes les coefficients de proportionalité à l'indice et à la densité paraissent être fonctions de cette intensité.

MINÉRALOGIE. — *Jacques de Lapparent* (transm. par M. Pierre Termier). — **L'alumine hydratée des bauxites.**

Certaines bauxites ont une composition qui correspond à l'alumine monohydratée ($Al^2O^3H^2O$), différentes de la composition de l'hydrargillite ($Al^2O^33H^2O$). Bochm avait pu en déduire l'existence de lepidocrite, corps qui morphologiquement correspond à l'oxyde de fer monohydraté. M. de Lapparent a vu dans quelques bauxites dont l'état cristallin est particulièrement développé, des cristaux dont il ne fait pas de doute, étant donnée la composition chimique globale de la roche, qu'ils sont formés par un monohydrate d'alumine; il propose de donner à ce minéral nouveau, hydrate d'alumine à une molécule d'eau, le nom de *boehmite*.

HYDROLOGIE. — *F. Dienert* (trans. par M. Pierre Termier.) — **Sur l'alimentation des eaux des alluvions.**

Cette Note porte sur la circulation des eaux des alluvions des Vals de Loire. Ces eaux viennent en temps normal des coteaux et proviennent souvent de terrains calcaires; elles sont plus riches en silice et en acide sulfurique que celles de la Loire, et plus chaudes, environ 11°, que celles du fleuve qui varient de 2° à 27°.

Au moment des crues, en certains points, on voit à la surface de la nappe l'eau du fleuve refluer sur le coteau, tandis qu'en profondeur règne une circulation inverse, l'eau du coteau se dirigeant vers le fleuve. Observation importante, lorsqu'on veut étudier un captage. Les recherches expérimentales ont montré que la surface, ou tout au moins une grande partie de cette surface du lit de la Loire contribue à l'alimentation des alluvions par l'eau du fleuve.

L. FRANCHET.

GÉOLOGIE. — *H. Douvillé.* — **Quelques épisodes de la formation des Pyrénées.**

C'est seulement au Pliocène que la chaîne a pris la constitution actuelle, les érosions ayant mis à découvert le Paléozoïque du substratum. A cette époque la chaîne a été surélevée, l'amplitude de ces soulèvement ayant atteint et même dépassé 500 m., aux environs de Pau. C'est alors que la chaîne a atteint sa plus grande élévation, mais l'envahissement des glaces et le développement des glaciers l'a démantelée à nouveau. L'on conçoit que des démantellements aussi répétés aient fait disparaître en grande partie la couverture calcaire primitive.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand* et *D. J. Perietzeanu.* — **Sur les proportions relatives de potassium et de sodium chez les plantes.**

Chez les plantes terrestres, le rapport K est toujours nettement supérieur à l'unité. Chez les plantes marines

(*Rhodymenia*, *Ulva*, *Laminaria*, *Pelvetia* et Zostère), ce rapport est également supérieur à l'unité, mais par suite du lavage à l'eau distillée avant l'analyse, ces plantes, expédiées de Roscoff, avaient peut-être subi une certaine perte de sels alcalins. De nouvelles recherches doivent être entreprises à leur sujet.

— *H. Hérissey*. — **Extraction de l'aspéruloside du *Galium verum* L. Présence probable de ce glucoside dans de nombreuses plantes de la famille des Rubiacées.**

L'aspéruloside a été retirée par l'auteur du *Galium verum* L. Cette espèce est plus commodément utilisable que l'Aspérule odorante, en vue de la préparation de ce glucoside. D'autres Rubiacées, appartenant aux groupes des Cinchonées et des Coffées, sont également susceptibles de fournir de l'aspéruloside.

— *E. Aubel* et *L. Genevois* (prés. par M. Molliard). — **Sur le potentiel d'oxydo-réduction de la Levure, du *Bacterium Coli* et des milieux où croissent ces microorganismes.**

Les milieux où fermentent les levures, à l'abri de l'air, présentent un potentiel d'oxydo-réduction défini, indépendant de la méthode de mesure et du corps introduit; ce rH est voisin de 7, ce qui correspond à une affinité pour l'hydrogène de 11 calories environ.

Avec une suspension de *Bacterium Coli*, tous les colorants employés dans le cas précédent sont réduits; le *B. coli* dégage effectivement de l'hydrogène. Lorsque les solutions employées sont des colorants vitaux, ceux-ci colorent le microorganisme.

Le rH de la cellule de levure peut atteindre en anaérobiose une valeur voisine et un peu supérieure à 7, tandis que le rH du *B. coli*, en anaérobiose peut atteindre une valeur nettement inférieure. Il y a dans des limites assez larges, équilibre entre le potentiel d'oxydo-réduction du milieu et celui du microorganisme.

BOTANIQUE. — *M. Lenoir* (prés. par M. Molliard). — **Observation vitale des cinèses polliniques dans le *Lilium candidum* L.**

Les observations de l'auteur sur le vivant montrent que le schéma hétéro-homéotypique, établi d'après des préparations de matériel fixé et coloré est parfaitement exact. Le ramassement synoptique, si discuté et prétendu artificiel par beaucoup d'auteurs ne peut être mis en doute; il est parfaitement visible.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel* et *Th. Aagaard* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur l'hydrolyse diastasique du turanose.**

Le turanose est un *glucoside du fructose*. Comme il n'est pas hydrolysé par l'émulsine des amandes, le glucose n'est pas sous la forme β et comme il est hydrolysé par le macéré de levure basse, séchée à l'air (glucosidase α), on doit le considérer comme un glucoside α du fructose, au même titre, par exemple, que le maltose est un glucoside α du glucose.

PHYSIOLOGIE. — *Marcel François* et *Henri Piéron* (prés. par M. d'Arsonval). — **Les sensations de chaleur d'apparence interne sont d'origine cutanée (Expériences par la méthode diathermique).**

L'impression d'échauffement d'apparence interne se présentant en dehors de tout accompagnement tactile, ressemble bien à celle que l'on éprouve quand on est soumis à un rayonnement calorifique, mais avec cette différence qu'elle est généralisée, diffuse, au lieu d'être localisée dans une région définie et qu'elle atteint également les surfaces nues ou couvertes; elle se présente ainsi avec des modalités qui se traduisent comme perception immédiate d'échauffement interne.

PHARMACODYNAMIE. — *Raymond-Hamet* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur les vaso-moteurs spléniques.**

Les vaso-moteurs rénaux et spléniques ne réagissent pas aux poisons de la même façon que ceux des autres organes et, en particulier, que ceux de l'intestin.

MICROBIOLOGIE. — *J. Cantacuzène* et *O. Bonciu* (prés. par M. Roux). — **De quelques particularités relatives aux produits scarlatineux filtrés.**

Des expériences relatées dans cette Note, deux faits doivent surtout être retenus : la précocité de l'apparition et de la disparition du facteur agglutinogène, ainsi que sa remarquable thermolabilité. Ce facteur inconnu apparaît, en effet, dès les premières heures de la maladie et disparaît précisément vers le moment où s'établit l'état d'immunité (action préventive et immunisante du sérum de convalescent, pouvoir agglutinant et sensibilisateur sur les streptocoques scarlatineux); il semble qu'il y ait succession, presque antagonisme, entre les deux phénomènes suivants : présence dans l'exsudat filtré de la substance agglutinogène et développement des anticorps dans le sang. Cette constatation suffit pour éliminer le groupe des anticorps spécifiques du nombre des hypothèses possibles ayant pour but d'interpréter la nature du phénomène décrit. On a probablement là affaire à un témoin spécifique de l'infection, non de l'immunisation. Sa thermolabilité, comme aussi sa sensibilité à un froid modéré plaidant dans le même sens.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *J. Giaja*, *X. Chahovitch* et *A. Giaja* (prés. par M. Henneguy). — **Sur l'absence de fièvre dans l'infection du Rat privé de glandes surrénales.**

Les animaux décapsulés inoculés de culture pyocyanique ne réagissent pas par une élévation de température. Au contraire, celle-ci ne cesse de baisser jusqu'à la mort, de la même manière que les animaux décapsulés qui n'ont pas été infectés. Tandis que les animaux normaux infectés meurent à une température de 40°, les animaux décapsulés meurent en hypothermie, tout en présentant des convulsions. Ces faits sont à rapprocher de quelques observations cliniques, que dans les cas d'insuffisance surrénale les réactions fébriles ne sont que faiblement prononcées.

P. Guérin.

NOUVELLES

Institut de France. — L'Institut a tenu, le 7 juillet, sa séance trimestrielle sous la présidence de M. Louis Barthou, de l'Académie française.

Au cours de cette séance, le prix Osiris (100.000 francs) a été attribué à M. Charles Nicolle, Directeur de l'Institut Pasteur de Tunis, dont on connaît les importants travaux en microbiologie et en hygiène. Il est, depuis 1920, Correspondant de l'Académie des Sciences et Membre associé de l'Académie de Médecine.

Académie des Sciences. — M. Leonardo Torres Quevedo a été élu Associé étranger, en remplacement de M. Kamerlingh Onnes, décédé.

M. Torres Quevodo, Ingénieur des Ponts et Chaussées d'Espagne, Membre de l'Académie des Sciences de Madrid est né le 28 décembre 1852 à Santa Cruz. Parmi ses travaux, dans les applications de la Mécanique on peut citer particulièrement ceux relatifs à l'automatisme, aux ma-

chines à calculer, à la commande à distance par ondes hertziennes, à la navigation aérienne. Il est le constructeur du grand transbordeur funiculaire de 580 mètres jeté au-dessus du Niagara.

— Le Professeur Mittag-Leffler, mathématicien, est mort le 8 juillet, à Djursholm (Suède), à l'âge de 81 ans. Il avait été élu Correspondant de l'Académie en 1900 dans la Section de Géométrie.

— MM. H. Deslandres et H. Le Chatelier ont été réélus membres du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pour l'année scolaire 1927-1928.

— M. Gravier a été désigné pour représenter l'Académie au *Congrès international de Zoologie* qui se tiendra du 4 au 9 septembre 1927 à Buda-Pest.

— M. H. Lecomte et Emile Borel sont désignés pour représenter l'Académie à l'inauguration du monument élevé par la Société des Sciences, Lettres et Arts de l'Aveyron à la Mémoire du botaniste *Hippolyte Coste*.

Académie de Médecine. — M. Emile Perrot, Professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris a été élu Membre titulaire dans la Section de Pharmacie en remplacement de M. Daniel Berthelot, décédé.

Observatoire de Paris. — M. Pierre Salet, Astronome adjoint, est nommé Astronome titulaire en remplacement de M. Bigourdan, admis à la retraite.

Congrès de médecine légale. — Au cours du 12e Congrès de Médecine légale qui, cette année, s'est tenu à Lyon, le buste du grand criminologiste Lacassagne a été inauguré dans le grand amphithéâtre de la Faculté de Médecine.

Le Congrès a renouvelé son bureau qui se trouve ainsi composé : Président, Dr Paul (Paris); Vice-présidents, Drs Leclerc (Lille), Piétri (Nice) et Mozel (Lyon).

IVe Centenaire de l'Université de Marbourg. — L'Université de Marbourg célèbrera le IVe Centenaire de sa fondation, à la fin du mois de juillet. Fondée le 30 mai 1527 par Philippe, landgrave de Hesse, elle fut la première Université protestante allemande. L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences. — Soutenances de Thèses.* — Les Thèses suivantes, pour le doctorat ès-sciences, ont été soutenues à la Sorbonne :

5 juillet : Madame Amagat (diplôme d'Université) : « Sur *quelques transpositions moléculaires.* »

M. Lucas : « *Etude des dispersions rotatives* ».

6 *juillet.* — M. Miliotis : « *Recherches sur la transposition des groupements fonctionnels alcool.* »

M. Fasal (diplôme d'Université) : « *Contribution à l'étude des pyrrolidones.* »

7 juillet. — M. Negresco : « *Recherches expérimentales d'analyse spectrale quantitative sur les alliages métalliques.* »

8 juillet. — M. Guyon : « *Micro-analyse volumétrique et centrifugo-volumétrie.* »

11 juillet. — M. Favard : « *Sur les facteurs harmoniques presque périodiques.* »

13 juillet. — M. Coupard : « *Influence du vent sur les bâtiments.* »

Muséum National d'Histoire Naturelle. — La chaire de Chimie appliquée aux corps organiques est déclarée vacante.

Les candidats devront produire leurs titres avant le 26 juillet.

Institut des Recherches agronomiques. — M. Demolon, Ingénieur agronome, est nommé Inspecteur général des Stations et Laboratoires, en remplacement de M. Bruno, appelé à d'autres fonctions.

Université de Bordeaux. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — Les chaires suivantes sont désignées vacantes :

1° Clinique ophtalmologique;

2° Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.

3° Anatomie.

Les candidats devront faire valoir leurs titres avant le 28 juillet 1927.

Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Poitiers. — Un concours s'ouvrira le 8 novembre 1927 à la dite Ecole pour l'emploi de Chef des travaux d'anatomie et d'histologie.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Ecole préparatoire de médecine et de pharmacie de Clermont. — Un concours s'ouvrira le 12 janvier 1928 devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse pour l'emploi de professeur suppléant des chaires d'anatomie et de physiologie à l'Ecole préparatoire de Clermont.

Les registres des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Université de Lyon. — *Faculté de Médecine et de Pharmacie.* — M. Voron, Agrégé libre est nommé Professeur de clinique obstétricale, en remplacement de M. Commandeur.

Université de Toulouse. — *Faculté des Sciences.* — M. Nicolas, Professeur de botanique à la Faculté des Sciences est nommé, sur sa demande, Professeur de botanique agricole à la dite Faculté. L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Principes de l'Electrochimie, par J. Ponsinet, Ingénieur des Manufactures de l'Etat. In-16 de 215 pages avec 35 figures (Collection Armand Colin). Colin, éditeur, Paris. — Prix 9 francs.

Il était impossible de songer à exposer dans un livre de l'étendue des monographies de la Collection Armand Colin toute la science de l'électrochimie, et toute la technique. Le but de l'auteur a été seulement d'exposer les faits essentiels et les lois de l'électrochimie, ainsi que les expériences qui y conduisent, et les méthodes de mesures les plus usuelles. Les applications industrielles doivent faire l'objet d'un autre volume de cette collection; l'auteur a seulement indiqué la classification de ces applications, et le principe des plus importantes d'entre elles. L'hypothèse de la dissociation en ions, qui fournit une interprétation simple des lois de l'électrolyse a été prise comme base de l'exposé. Les réactions électrochimiques dans lesquelles le courant agit uniquement par ses effets calorifiques et qui ne nécessitent la connaissance d'aucune loi particulière ont été laissées de côté. Le chapitre relatif aux concentrations en ions hydrogène a été très développé; le lecteur y trouvera les indications théoriques qui lui permettront la lecture aisée des ouvrages relatifs aux applications des mesures, devenues si importantes, de concentration d'ions hydrogène.

J. B.

Le Gérant : M. Hédan.

Impr. P. & A. Davy, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 15 — 65e ANNÉE — 13 AOUT 1927

L'ÉCLAIRAGE PAR LES GAZ LUMINEUX[1]

Dans les conférences précédentes, de cette série, en particulier dans celles de M. Fabry, on a indiqué les principales propriétés du rayonnement par incandescence. La lumière est dite « émise par *rayonnement purement thermique* » ; la température du filament détermine seule le rayonnement ; celui-ci serait le même s'il nous était possible de chauffer le filament à cette température par un procédé autre que le courant électrique. Le filament donne dans ces conditions un spectre continu et le rendement de la lampe (en lumens par watt consommé) augmente continuellement avec la température. On savait donc à l'avance dans quelle direction aller pour améliorer le rendement ; il suffisait d'élever la température du filament.

Les sources dont nous parlerons maintenant produisent la lumière par un procédé très différent. On fait passer un courant électrique à travers un gaz ou une vapeur métallique. On a réalisé pratiquement ce genre d'éclairage en utilisant : 1° la vapeur de mercure ; 2° le gaz néon ; 3° les arcs à flamme. Nous prendrons comme exemple le fonctionnement de l'arc au mercure et nous montrerons ensuite que les autres arcs ont les mêmes caractéristiques.

A. — Arc au mercure.

Le type le plus ancien (1902) est l'arc Cooper Hewitt, qui fonctionne dans un tube de verre ; il fonctionne sur courant continu. Il est représenté par la figure 163 (2). Le tube a 1 m. 20 de long environ et contient : à un bout du mercure (cathode), à l'autre une clochette de fer (anode) ; le tube est vide d'air et le courant est amené par deux fils de platine soudés dans le verre. Les deux électrodes sont réunies aux deux pôles d'un secteur à 110 volts, à travers une résistance. On allume la lampe en basculant le tube de façon à mettre en court-circuit les deux électrodes par un filet de mercure ; la rupture de ce filet produit un arc ; c'est une colonne lumineuse qui remplit complètement le tube. Sur la cathode, l'arc se termine par un point très brillant qui se déplace continuellement à la surface du mercure. La théorie du fonctionnement est la suivante : la tache brillante est, grâce à sa haute température, le point de départ d'électrons lancés dans la vapeur de mercure ; après un faible parcours ces électrons ionisent la vapeur par chocs, produisant des centres positifs et négatifs qui, dans la colonne lumineuse (colonne positive), se déplacent en sens inverse et constituent le courant. Les centres + rencontrent la cathode dans la tache cathodique ; celle-ci est créée par la rupture du court-circuit initial et se maintient ensuite par un mécanisme identique pour tous les arcs. En fonctionnement normal, on trouve environ 75 volts aux bornes du tube et 35 volts sur la résistance (courant 3,5 ampères) ; si on mesure, à l'aide de sondes métalliques, la marche des potentiels dans l'arc, on trouve la ré-

(1) Conférence faite au Conservatoire des Arts et Métiers, le 25 février 1927 dans la série des « Actualités scientifiques et industrielles ».

(2) La figure 163 se rapporte en réalité à l'arc alternatif à deux anodes cité plus loin.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

partition indiquée fig. 164. Très près de l'anode se produit une chute brusque de 10 volts environ ; puis la tension décroît régulièrement quand augmente la distance dans la colonne positive ; tout près de la catode, nouvelle chute brusque de 5,3 volts environ. Cette chute brusque correspond à une dépense d'énergie de $5,3 \times 3,5 = 18,5$ watts qui doivent être considérés comme dépensés dans la tache cathodique, ce qui explique son maintien. La dimension de cette tache est très petite ($2,5.10^{-4}$ cm² par ampère environ) ; on conçoit qu'elle soit très chaude ; la mauvaise conductibilité calorifique

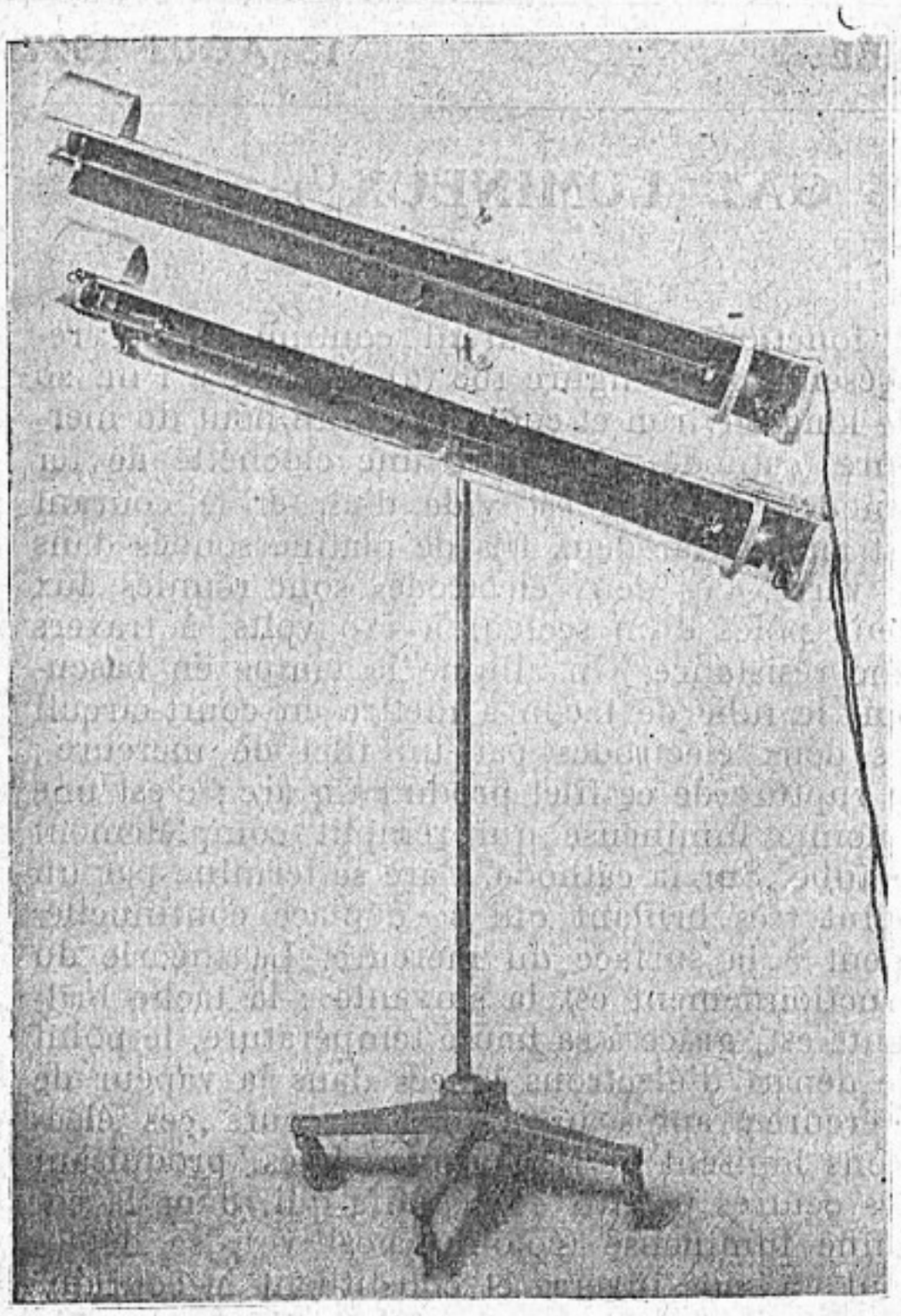


Fig. 163 — Lampe à vapeur de mercure en verre pour courant alternatif, disposée pour l'éclairage des studios de photographe.

du mercure (le plus mauvais conducteur des métaux usuels) lui permet de rester à une température très supérieure à celle du reste de la cathode ; il s'y vaporise naturellement beaucoup de mercure. On ne sait pas encore très bien si les électrons lancés hors de la cathode sont évaporés par le métal ou proviennent de l'impact d'ions + sur des molécules chaudes de vapeur de mercure.

La lumière émise par le tube possède un spectre nettement discontinu ; elle comprend pratiquement trois radiations seulement dans le spectre visible : une raie jaune double ($\lambda = 5.780$ Å), une raie verte (5.460 Å), une raie indigo (4.358 Å). La mesure de l'intensité lumineuse émise par le tube est assez difficile. Les difficultés tiennent, d'une part à la couleur fort différente de celle des étalons de photométrie, d'autre part à la forme très allongée du tube qui empêche de le considérer, sauf à grande distance, comme une source quasi-ponctuelle (1). On peut admettre que la courbe polaire d'une telle lampe est un cercle tangent au tube et dont le diamètre est 800 bougies ; cela donne 550 B. sphériques, soit 17,9 lumens par watt consommé dans l'installation. On se sert de la lampe avec un réflecteur en tôle émaillée ; elle fournit alors 850 B. hémisphériques ; le rendement est alors 14,0 lum./watt, rendement élevé, analogue à celui d'une lampe à incandescence en atmosphère gazeuse. Cependant la température du tube est très basse ; la pression de vapeur est 1 à 2 mm., correspondant à une température moyenne de 130-140°. La température de l'arc lui-même est inconnue ; des mesures de Fabry et Buisson, fondées sur la largeur des raies, permettent de l'évaluer au maximum à 1.200° C. A cette température, un fil de tungstène serait à peine rouge ; son rendement lumineux serait dérisoire ; le mécanisme de production de la lumière dans la lampe à mercure doit donc être très différent de celui de la lampe à incandescence. Pour le distinguer de celui-ci, on dit qu'il y a « *luminescence* » dans l'arc au mercure.

Or, les lois de la luminescence sont inconnues ; en particulier on ne peut prévoir à l'avance comment améliorer le rendement d'un arc à mercure. L'expérience a montré que, avec un tube de dimensions données, le rendement passait par un maximum pour un certain courant, correspondant à une certaine vaporisation du mercure, donc à une certaine pression de vapeur. Les tubes ont été, naturellement, dimensionnés de façon à fonctionner à cette pression optima et pendant plusieurs années, on crut avoir ainsi atteint le rendement maximum. L'usage du quartz pour la construction du tube permit de pousser davantage les lampes et on s'aperçut que le rendement, après avoir passé par un minimum, augmentait ensuite avec la pression, qu'on rattrapait le rendement du tube en verre, qu'on le dépassait nettement aux hautes pressions. L'arc au mercure en quartz est représenté par la figure 165 ; les deux pôles sont en mercure, la cathode rétrécie, l'anode plus large ; le tube fonctionne encore en courant continu avec une résistance

(1) On photomètre souvent de telles sources par morceaux de 10-20 cm. de long en cachant le reste avec du papier noir.

en série. L'arc a l'aspect, aux hautes pressions, d'une longue flamme allant d'une électrode à l'autre et centrée vers le milieu du tube. Les rendements atteignent, aux pressions de l'ordre de 800 mm. des valeurs très élevées (30 à 35 lumens par watt pour un tube assez long). Pour obtenir ces hauts rendements, l'expérience a donc montré qu'il fallait pousser l'arc aux hautes intensités. L'arc au mercure présente en résumé les caractéristiques suivantes : 1° émission nettement sélective (spectre discontinu) ; 2° haut rendement obtenu par luminescence.

Nous avons insisté un peu sur ce genre d'arc, surtout parce que son fonctionnement est identique à celui des autres arcs et qu'il est plus simple, un seul métal pur constituant à la fois (au moins dans l'arc en quartz) les électrodes et le gaz conducteur. Les tubes à mercure ne servent plus en France à l'éclairage ; aux Etats-Unis, on en fabrique encore beaucoup dans ce but (20.000 par mois) ; ils fonctionnent d'ailleurs sur circuit alternatif, avec deux anodes et un dispositif électrique identique à celui du convertisseur à vapeur de mercure.

Nous avons montré, M. Maurice Leblanc et moi (1) que l'arc au mercure en quartz pouvait fonctionner avec deux pôles sur le courant alternatif ; il faut que la pression de vapeur dans l'arc soit suffisante pour que les électrodes aient une température élevée ; l'arc s'éteint à chaque alternance, il se rallume si l'électrode qui va devenir cathode est assez chaude pour émettre des électrons. Les courbes de la figure 166 représentent le voltage aux bornes de l'arc et l'intensité du courant ; celle-ci est nulle (espace hâchuré) pendant une fraction de seconde. A chaque électrode existe une chute brusque de potentiel analogue à celles observées en courant continu. Le premier allumage s'effectue par une étincelle qui jaillit directement d'un pôle à l'autre ; il nécessite une certaine pression de la vapeur de mercure. On sait en effet que le voltage nécessaire à la production d'une étincelle entre deux électrodes, séparées par une certaine distance dans un gaz donné, varie avec la pression de ce gaz, d'une façon représentée par la courbe de la figure 167; la différence de potentiel est minimum pour une certaine pression. On obtient une pression convenable en chauffant les électrons à l'aide d'un dispositif qui est mis hors circuit une fois l'arc allumé. On réalise ainsi des sources puissantes, surtout intéressantes pour l'ultraviolet. A l'heure où on se préoccupe un peu partout de l'utilisation de l'ultraviolet en médecine (2), il semble qu'on aurait avantage à s'adresser à cette source, dont la puissance est théoriquement illimitée.

(1) Société des Electriciens (1914).

(2) L'Institut d'Actinologie de Paris avait été inauguré la veille de la conférence. Une lampe à courant alternatif a été montrée en fonctionnement pendant celle-ci.

B. — Arc au néon.

L'arc au néon est dû aux travaux de M. Georges Claude. Le néon est retiré de l'air liquide où il existe dans la proportion de 1 à 66.000 environ. Il est caractérisé par une propriété très intéressante ; sa cohésion diélectrique est environ 77 fois plus petite que celle de l'air ; la courbe de potentiel explosif qui lui correspond possède un minimum très bas ; autrement dit, il est traversé très facilement par une étincelle. Toutefois, il faut qu'il soit très pur ; des quantités très faibles de gaz étrangers (azote, hydrogène) suffisent pour relever la cohésion et surtout pour changer la luminosité du tube. Le néon est purifié dans le tube même par un procédé qui combine le chauffage électrique des électrodes et l'absorption des gaz étrangers par le charbon refroidi dans l'air liquide. Les électrodes sont en cuivre ; leur surface est assez importante pour qu'elles ne subissent qu'une

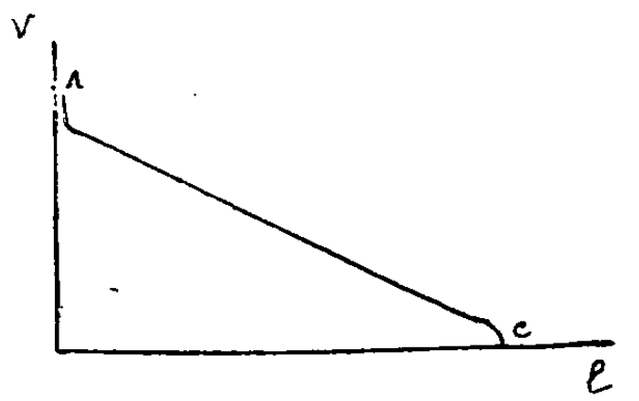


Fig. 164.

désintégration très faible ; M. Claude a montré que, dans ces conditions, le néon était peu absorbé par les produits de désintégration et que la durée utile du tube dépassait facilement 1.000 heures.

Les tubes sont alimentés en courant alternatif ; leur régime électrique est absolument semblable à celui des arcs à mercure à courant alternatif : deux chutes importantes de potentiel ont lieu aux électrodes ; dans la colonne lumineuse, la chute est proportionnelle à la longueur. Par exemple, dans un tube de 11 mm. de diamètre, il faut compter 350 volts pour les deux électrodes et 650 volts par mètre de tube. En régime, un tube de 2 m. exige donc 1.650 volts (et 25 milliampères). Le tube s'éteint et se rallume à chaque alternance ; pour le premier allumage, il faut près du double de la tension de régime.

La lumière émise a une belle couleur jaune orangée ; son spectre est discontinu et limité aux régions rouge et jaune. Les difficultés déjà signalées se présentent pour la photométrie des lampes au néon ; elles sont encore aggravées par le fait que les différents observateurs ont

des yeux très différemment sensibles aux radiations rouges ; on peut admettre que le rendement d'un arc au néon est de l'ordre de une bougie par watt. Nous avons déjà signalé l'influence des impuretés ; une faible quantité de vapeur de mercure, par exemple, suffit pour faire apparaître la couleur du mercure qui remplace totalement celle du néon. Ce fait est en relation avec ce qu'on vous a signalé dans les conférences précédentes au sujet des gaz rares, dont le néon est un exemple. Les atomes de ces gaz fixent difficilement les électrons pour donner des ions négatifs ; l'azote, au contraire,

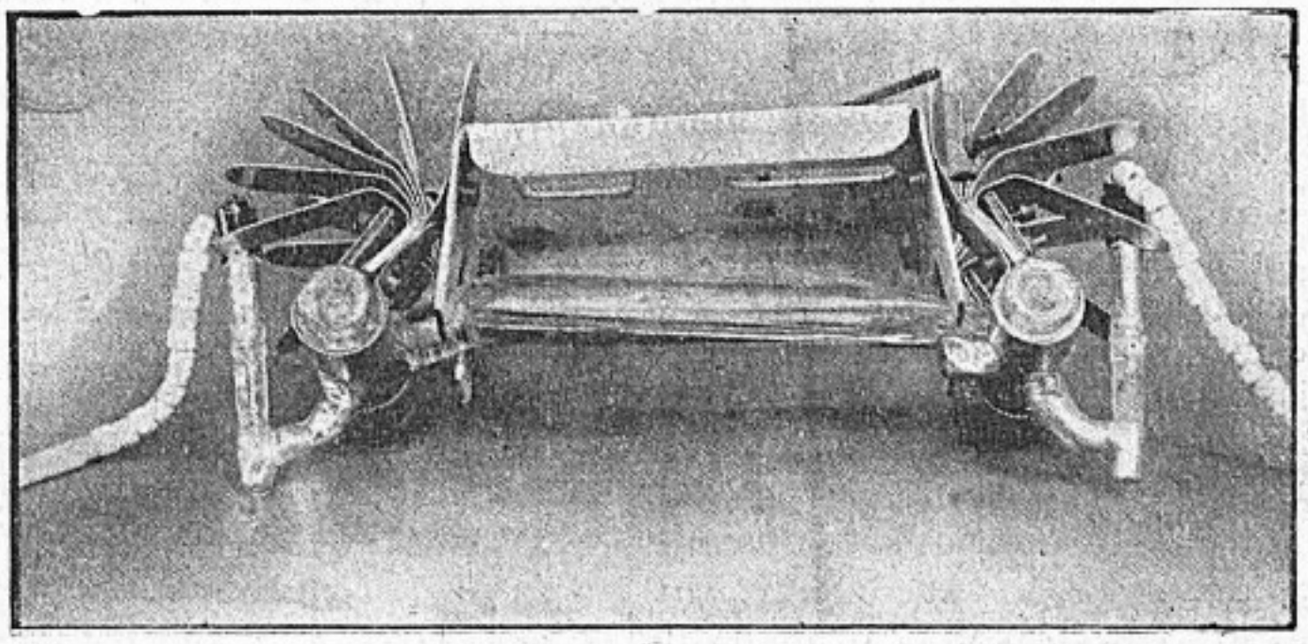


Fig. 165. — Lampe à vapeur de mercure en quartz pour courant contin u.

(et la vapeur de mercure) les fixent beaucoup plus facilement. D'autre part, on admet que la lumière est produite précisément par l'expulsion et la réintégration de ces électrons dans l'atome luminescent. On s'explique ainsi l'effet rapidement nocif des impuretés ; cet effet dépend d'ailleurs de la quantité d'électrons disponibles, c'est-à-dire de la densité du courant ; si le mercure et le néon sont en proportion convenable dans un tube présentant de place en place des étranglements, on constate que la couleur du néon apparaît dans les parties étroites, et celle du mercure dans les parties larges.

Les tubes au néon servent dans les enseignes lumineuses, soit sous forme de tubes peu courbés, soit sous forme de tubes très courbés reproduisant des lettres et figures diverses. On utilise aussi la faible cohésion diélectrique du néon pour fabriquer des lampes qui fonctionnent directement sous 110-220 volts (continus ou alternatifs) et qui donnent une faible lumière rouge; elles peuvent servir, par exemple, à fournir l'éclairage général d'un laboratoire de photographie où on manipule des plaques insensibles aux radiations rouges et orangées.

C. — Arc a flamme.

L'arc à flamme, sous la forme où il est encore utilisé aujourd'hui, a été mis au point surtout par M. Blondel : il a lieu entre deux crayons formés d'un mélange homogène de charbon et de diverses substances minérales dont la plus importante est le fluorure de calcium (1). L'arc s'allume par un court-circuit analogue à celui de l'arc au mercure ; il consiste en une longue flamme qui s'étend d'un charbon à l'autre et qui donne à peu près 85 p. 100 de la lumière totale, le reste venant des deux charbons. Le fonctionnement est identique à celui des arcs déjà décrits : en particulier les courbes relevées à l'oscillographe dans l'arc alternatif sont exactement semblables à celles de la figure 4. La lumière possède un spectre qui renferme toutes les couleurs, mais avec une série de bandes caractérisant les composés minéraux des charbons. La courbe polaire possède un maximum très accusé dans une direction qui fait environ 50° avec la verticale, ce qui explique l'usage de ces arcs pour l'éclairage des grands espaces. Le rendement de cette source est excellent ; en courant continu, il atteint presque 40 lumens par watt. C'est la source la plus économique de toutes celles connues à l'heure actuelle ; elle n'a qu'un inconvénient : l'usure des charbons, qui nécessite leur remplacement, d'où un entretien qui absorbe de la main-d'œuvre et qu'on ne peut se permettre partout. C'est pour cette raison que les arcs ont disparu de l'éclairage des intérieurs et qu'ils se maintiennent uniquement dans certains services généraux, comme celui de l'éclairage de la Ville de Paris ; un certain nombre de boulevards y sont encore, en effet, éclairés de cette façon.

D. — Sur le rendement maximum a espérer d'une source de lumière.

Nous avons vu dans les sources précédentes apparaître des rendements élevés, en même

(1) On utilise pour certains projecteurs (Sperry, etc...) des charbons à mèche minéralisée avec des composés différents généralement de métaux à poids atomique élevé.

temps que des lumières à spectre nettement discontinu ; les deux choses semblent liées. L'émission sélective de radiations visibles permettra probablement d'arriver à des rendements meilleurs que l'émission continue des lampes à incandescence. Les rendements obtenus représentent-ils un maximum, ou peut-on espérer mieux ? On sait que l'œil humain pos-

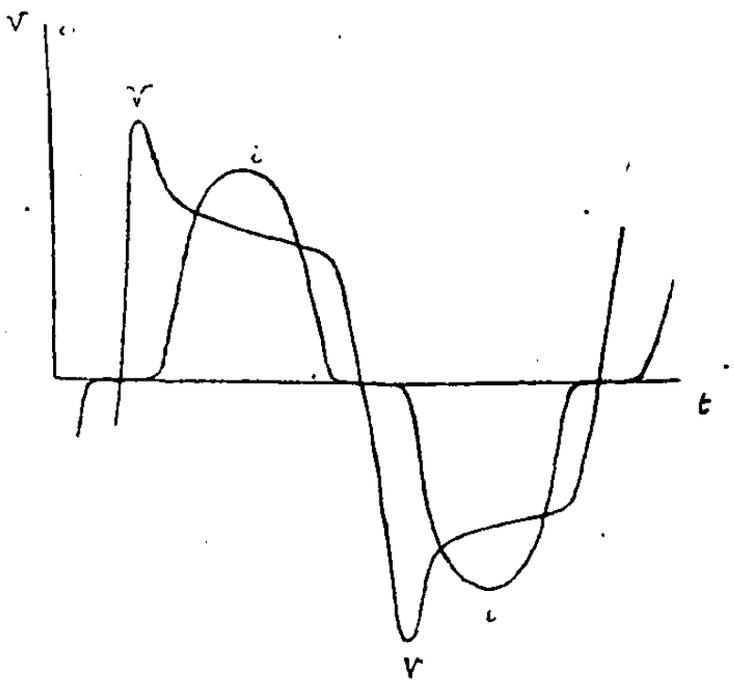


Fig. 166.

sède une sensibilité très différente pour les différentes couleurs. Si on mesure l'énergie E transportée par une radiation verte, par exemple (à l'aide d'une pile thermoélectrique) et le flux lumineux F correspondant (à l'aide d'un photomètre approprié et de l'œil), on constate

$$\frac{F}{E}$$

que le rapport — varie avec la couleur de la radiation. Nul aux limites du spectre visible (où la sensibilité de l'œil disparaît entièrement), ce rapport passe par un maximum pour une longueur d'onde voisine de 556 microns ; des mesures dues à divers expérimentateurs ont montré que, pour cette radiation, le rapport était 670 lumens par watt. Cette lumière correspondant à la sensibilité maximum est voisine de la raie verte du mercure ; si on pouvait mettre toute l'énergie dépensée dans la lampe dans cette radiation verte, la lampe donnerait environ 40

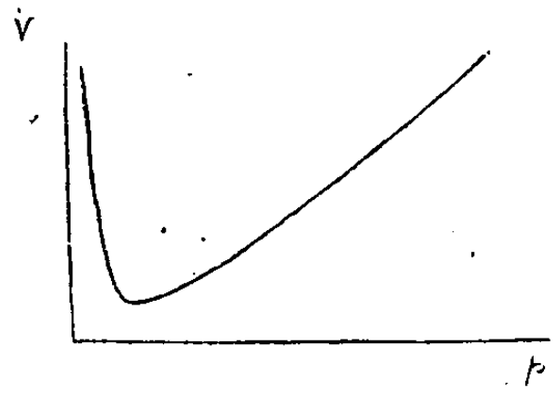


Fig. 167.

fois plus de lumens qu'elle n'en donne en réalité. La marge est donc encore énorme entre la pratique et la théorie. Peut-on espérer la combler ? Il est probable que oui, et la nature nous offre des exemples de luminaires qui atteignent des rendements voisins du rendement théorique maximum.

On sait que certains organismes (végétaux et animaux) sont lumineux à la température ordinaire ; le ver luisant de nos pays en est un exemple. On a étudié très soigneusement la lumière émise par un insecte analogue, la mouche à feu de Cuba (*Photinus pyralis*). Cet insecte émet de la lumière par les segments postérieurs de son abdomen ; l'émission est d'habitude continue[e]; mais elle peut avoir lieu par

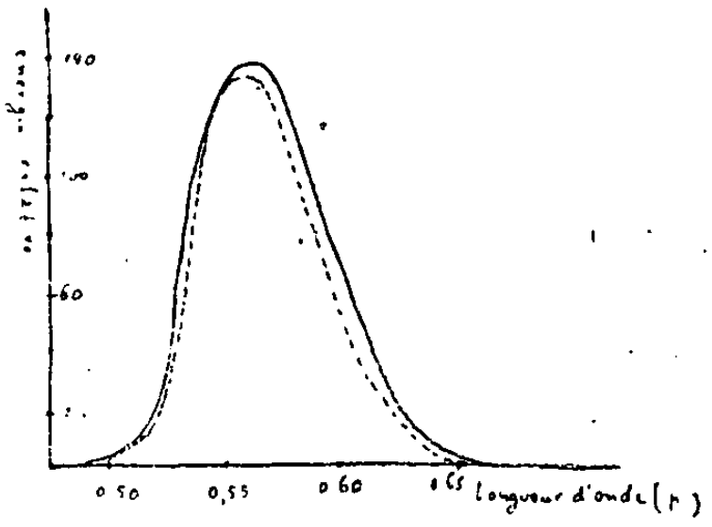


Fig. 168.

des sortes d'éclairs où elle atteint 10 à 20 fois l'intensité habituelle, par exemple, si l'insecte prisonnier cherche à se dégager. On a déterminé au spectroscope la courbe d'énergie de cette lumière en exposant l'insecte devant la fente de l'appareil et comparant l'énergie émise avec celle d'une lampe au carbone (4 à 5 heures d'exposition avec plusieurs insectes). La figure 6 reproduit : en trait plein la courbe d'énergie de la lumière de l'insecte, en trait ponctué la courbe de luminosité de cette lumière (lumens). On voit que les deux courbes se superposent presqu'exactement ; le rayonnement en question ne renferme pratiquement rien dans l'ultraviolet, ni dans l'infrarouge ; il est merveilleusement approprié à l'éclairage pour l'homme. L'intensité lumineuse correspondante est faible (1/1.600 bougie), l'énergie totale émise est également très faible (1/100. 000 watt) ; le rapport donne 560 lumens par watt, soit presque 90 p. 100 du rendement théorique (1). Une autre espèce (*Photuris Pennsylvanicus*) donne 600 lumens par watt.

Quelle est la source de cette radiation ? Les recherches ont montré qu'elle est due à l'oxydation catalytique d'une certaine substance secrétée par l'insecte (luciférine) ; le catalyseur est une autre sécrétion (luciférase). Les deux substances ont été isolées ; on peut les sécher, les conserver longtemps ; remises dans l'eau aérée, elles reproduisent la lumière de l'insecte avec ses caractéristiques énergétiques. De sorte que, théoriquement, il suffirait de reproduire

(1) Ce rendement est le rapport des surfaces intérieures aux deux courbes.

ces deux substances par voie synthétique pour disposer d'un luminaire théoriquement presque parfait. Il est évidemment probable que la préparation sera difficile et coûteuse, de même que, dans la préparation par l'animal, il doit y avoir beaucoup d'énergie perdue. On peut simplement retenir de ces faits que le problème de l'amélioration du rendement lumineux des sources est d'ordre expérimental et que sa solution est possible ; rien ne s'oppose à ce que l'homme réussisse un jour à faire ce qu'un insecte a réussi depuis longtemps.

E. Darmois,
Professeur à la Sorbonne.

DEVONS-NOUS SAUVER LE LAC TCHAD?

Il n'y a guère plus d'une centaine d'années que le Tchad a été découvert et voici que déjà nous devons nous préoccuper de l'éventualité de sa disparition, sous l'influence de causes analogues à celles qui déterminèrent autrefois la transformation en désert de la zone lacustre du Djouf, au nord-ouest de Tombouctou. Ces lacs ne subsistaient que par les apports du Niger Occidental, alors privé d'écoulement vers la mer : ils disparurent lorsque celui-ci, après rupture du seuil de Tosaye, eût été capté par un tributaire de l'Océan, un fleuve venu du massif du Hoggar, dont la vallée supérieure est maintenant desséchée, et dont la partie inférieure constitue la branche orientale du Niger.

C'est précisément ce Niger Oriental qui, de nos jours, menace les fertiles plaines des environs du Tchad du sort qu'il a fait subir autrefois à celles du nord de Tombouctou. Par son grand affluent, la Bénoué, il travaille, en effet, à détourner vers le Golfe de Guinée les eaux du système hydrographique Chari-Logone, dont les apports représentent les trois quarts de l'approvisionnement annuel de notre grand lac centre-africain.

Rappelons brièvement le mécanisme de la capture d'un cours d'eau par un voisin coulant à un niveau plus bas : de la ligne de crête qui les sépare, descendent, en sens opposé, deux petites rivières ; l'une, affluent du cours d'eau le plus bas, et par conséquent très active, en raison de sa forte pente, creuse énergiquement son lit vers l'amont ; l'autre, tributaire du fleuve haut, et n'ayant qu'une pente assez faible, se traîne, en quelque sorte passive, dans une vallée encombrée d'alluvions et de marais.

Par la vigueur de son érosion régressive, la première ronge la crête et arrive peu à peu au contact des têtes de ravin de son « opposée par le sommet »; un léger seuil, simple rupture de pente parfois, marque alors l'emplacement de l'ancien col topographique.

Le stade le plus difficile de l'effort de capture étant ainsi franchi, le travail de la rivière active devient chaque année plus visible ; elle gagne insensiblement du terrain vers l'arrière et finit par modifier le sens de la pente de la rivière paresseuse, qui se laisse accaparer et détacher de son bassin naturel. Puis, au bout d'un temps plus ou moins long, le changement de pente s'étant accentué, une forte attraction du niveau de base secondaire se fait sentir sur les eaux du fleuve haut : des affouillements se produisent sur les berges, des communications se créent, d'abord temporaires, puis de longue durée. Bientôt, il suffit d'un évènement fortuit, d'une crue violente, par exemple, pour que croule une portion des rives du côté menacé et que, par cette brèche, cédant à l'appel vigoureux de pentes plus accentuées, le fleuve entier, de toute sa masse, ne se précipite vers la rivière basse.

En aval du coude de capture, l'ancien lit, transformé en bras mort, se modifie sous l'action des agents atmosphériques ; pendant quelque temps encore, le trop plein des crues de la vallée supérieure lui fournit assez d'eau pour entretenir un chapelet d'étangs stagnant parmi les marais ; puis, sous les apports de sables et de poussières par les vents et la lente accumulation des produits de décomposition de la végétation palustre, le colmatage s'accélère : parfois même, au voisinage des régions désertiques, le lit comblé de l'ancien fleuve se transforme en moutonnement de dunes, qui rendent plus méconnaissable encore l'ancien parcours des eaux disparues.

Dans le cas présent, c'est le Logone qui tient le rôle de rivière haute, et la Bénoué celui de rivière basse ; entr'elles, la dénivellation est supérieure à 100 mètres dans la zone où existe le danger de capture ; et tandis que pour niveau de base la seconde à l'Océan, la première n'a qu'une cuvette de bassin fermé, le lac Tchad, à 240 m. d'altitude.

La vallée passive, c'est la dépression du Toubouri, dont le confluent avec le Logone est obstrué par des dépôts alluvionnaires ; la rivière active est le Mayo-Kabi, affluent de la Bénoué. La ligne de crête entre les deux versants est formée par la bordure rocheuse de

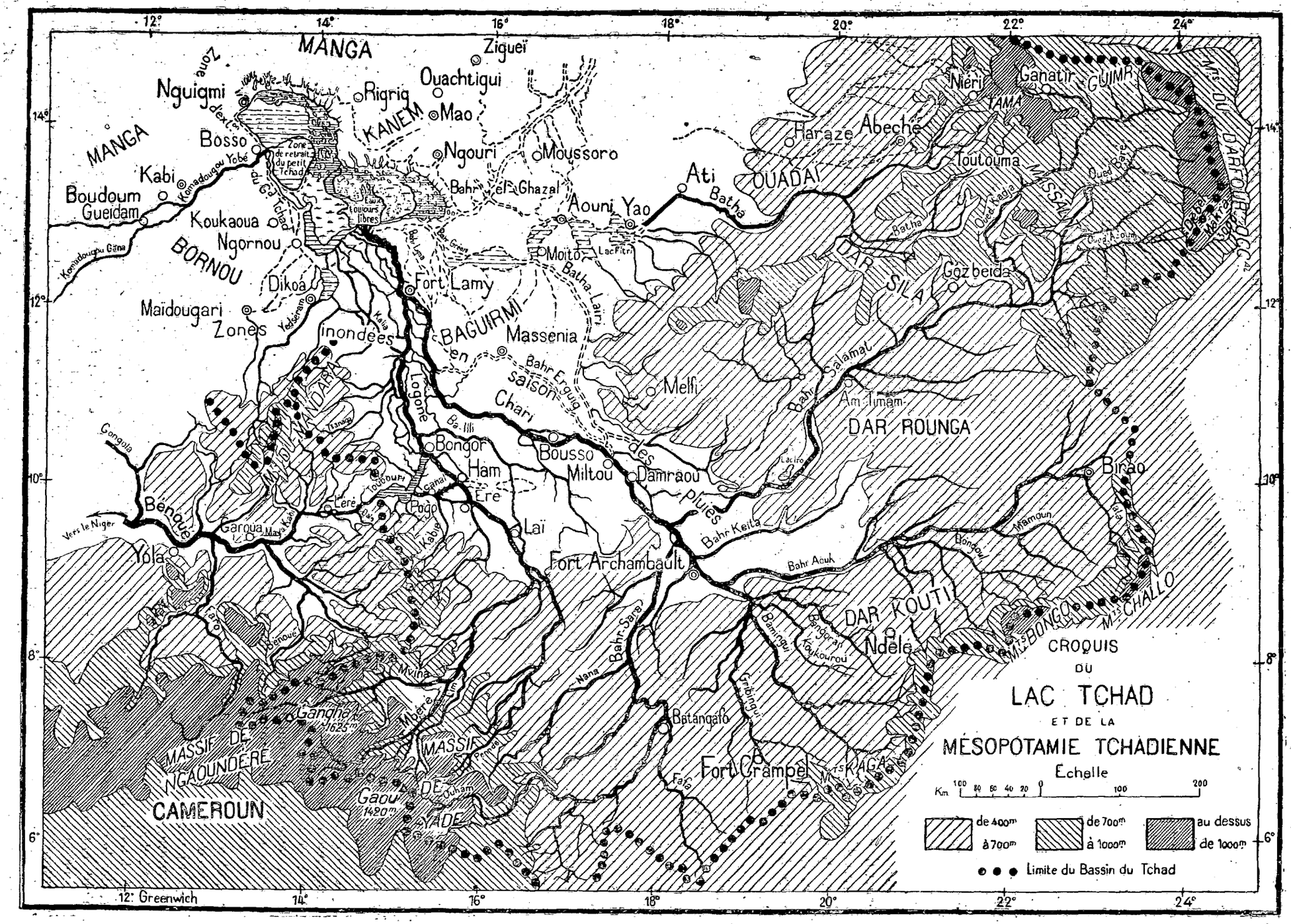

MANGA
Ziguei
Nguigmi
Rigrig
Ouachtigui
Mao
KANEM
Bosso
Ngouri
Moussoro
Kabi
Boudoum
Gueidam
Koukaoua
Ngornou
BORNOU
Bahr el Ghazal
Aouni
Yao
Ati
Batha
OUADAI
Haraze
Abeche
Nieri
Ganatir
GUIMR
TAMA
Toutouma
MASSALIT
Oued Kadja
Oued Azoum
Oued Kaya
Mts DU DARFOUR
Dikoa
Fort Lamy
Moito
Lac Fitri
Batha-Lari
DAR SILA
Gozbeida
Maidougari
Zones inondees
BAGUIRMI
Massenia
Bahr Erguig
Melfi
Salamat
Am Timam
DAR ROUNGA
Chari
Logone
Bongor
Ham
Bousso
Miltou
Damraou
Birao
Laï
Fort Archambault
Bahr Keita
Bahr Aouk
DAR KOUTI
Ndele
Mamoun
Bongou
M.ts BONGO
M.ts CHALLO
Yola
Garoua
Benoue
Vers le Niger
Ganga
1625m
MASSIF DE NGAOUNDERE
CAMEROUN
Gaou
1420m
MASSIF DE YADE
Bahr Sara
Nana
Batangafo
Fort Crampel
M.ts KAGA
CROQUIS
DU
LAC TCHAD
ET DE LA
MESOPOTAMIE TCHADIENNE
Echelle
Km 100 80 60 40 20 0 100 200
de 400m à 700m
de 700m à 1000m
au dessus de 1000m
Limite du Bassin du Tchad
12° Greenwich
14°
16°
18°
20°
22°
24°
6°
8°
10°
12°
14°

Fig. 169.

l'entablement du plateau qni relie les monts du Mandara au massif de Ngaoundéré. Mais, depuis longtemps déjà, cette crête a été rongée par le lent travail d'érosion régressive du Mayo-Kabi, qui s'est emparé des marais du Toubouri, dont il draîne les eaux vers la Bénoué. Et maintenant, creusant inlassablement son nouveau lit dans cette dépression, il est sur le point d'atteindre les berges du Logone, dont il aspire le trop-plein à l'époque des crues annuelles.

Nous sommes donc au moment critique où la capture du Logone par la Bénoué apparaît non seulement comme fatale, mais comme imminente : dans combien de temps se produira-t-elle ? Pouvons-nous la retarder ou l'empêcher ?

Sur la question de temps, personne ne saurait répondre, tant cette région est encore mal connue. Mais un exemple récent nous engage à ne pas être trop optimistes à cet égard (1).

Sur la seconde question, on peut hardiment répondre par l'affirmative : contre les forces de destruction de la nature, l'homme n'est plus désarmé, comme au temps lointain où le Niger Oriental transformait en un affreux désert les plaines fertiles que baignaient les anciens lacs du nord de Tombouctou. La brèche amorcée par le Mayo-Kabi dans la bordure rocheuse du bassin du Tchad est encore facilement réparable, si nous le voulons, et la voie d'eau ouverte peut aisément être aveuglée. Mais, il faut nous hâter, car le temps travaille contre nous et rend chaque année, plus importants, plus coûteux et plus difficiles les travaux de protection qu'il conviendrait d'exécuter.

Avons-nous intérêt à entreprendre de tels travaux, dans ces régions lointaines où ne pénètre aucune voie ferrée, où l'accès à la mer est aussi long que coûteux ? Cette étude a pour but de le démontrer et de faire sentir à tous ceux que passionne l'avenir de la France Coloniale quelle faute nous commettrions, quelle lourde responsabilité nous porterions devant le monde et devant l'histoire si, pouvant l'éviter, nous laissions s'accomplir la catastrophe qui se prépare !

Nous allons donc jeter un rapide coup d'œil d'abord sur le lac Tchad, et son passé, puis, sur l'avenir de ses contrées riveraines et de celles de ses grands affluents, le Chari et le Logone, dont les deux grandes vallées accolées constituent la Mésopotamie Tchadienne.

Le lac Tchad, ses abords et ses affluents.

On sait que le Tchad n'occupe pas le point le plus bas du bassin auquel il donne son nom. La grande plaine d'alluvions, dans laquelle est creusée sa très plate cuvette, à 240 m. d'altitude, se prolonge au nord-est, à plus de 800 kilomètres, sans aucune transition apparente, par d'autres plaines dont l'altitude, après avoir décru insensiblement jusqu'à 160 m., dans le Kiri (600 km. du lac) se relève vers 210 m., dans les oasis de Borkou, au pied des derniers contreforts des montagnes du Tibesti et des hauts-plateaux de l'Ennedi. L'ensemble couvre une superficie de plus de 200.000 kmq. et forme un ovale irrégulier, dont le grand axe est orienté W.S.W.-E.N.E., la pointe étant tournée vers le Borkou.

Ces plaines ont été submergées plus ou moins complètement pendant de longues périodes, ainsi qu'en témoignent des amas de vertèbres de poissons, des dépôts de coquilles et surtout des squelettes entiers très bien conservés de poissons de grande taille qui gisent dans certains bas-fonds du nord-est.

Le passé du Tchad.

Au début de l'Ere Quaternaire, cette immense zone déprimée était entièrement couverte d'eau douce et constituait, au centre de l'Afrique, une mer intérieure, dont le Tchad actuel n'est plus que le dernier vestige. Vers le nord-est, les profondeurs de 60 à 100 m. y étaient fréquentes, tandis que vers le sud-ouest elles ne dépassaient guère 20 à 25 m. ; elle était alimentée par les eaux de ruissellement d'un grand bassin intérieur complètement fermé, dont la superficie était voisine de 2 millions de kilomètres carrés, que l'on peut appeler le « *Bassin Paléotchadien* ».

A cette époque, en effet, où de vastes calottes de glace recouvraient la plus grande partie des mers et des continents de la moitié nord de l'hémisphère boréal, le froid très vif et la grande humidité qui régnaient en Europe avaient leurs répercussions dans la plus grande partie de

(1) Une situation analogue s'est, en effet, récemment présentée à Madagascar. Le fleuve Mahajamba était, au début de ce siècle, menacé de capture par un voisin, la Betsiboka, coulant à une soixantaine de kilomètres au sud et en contrebas d'une cinquantaine de mètres. La menace se précisait dans la zone d'inondation d'Andranolava, dont le trop-plein s'évacuait par le Kamory vers la Betsiboka, grâce à la dépression plate et marécageuse du Kabango. Mais, à cette époque, nul n'aurait pu dire si l'imminence probable de la capture qui s'annonçait était de l'ordre de 5, de 20 ou de 100 ans.

Or, il a suffi d'une seule saison des pluies, à la vérité très supérieure à la moyenne, pour qu'en février 1903, la Mahajamba quitte soudainement sa vallée inférieure et se précipite, en entier, par le Kabango et le Kamory, dans la Betsiboka. La crue, particulièrement violente, avait entraîné dans le thalweg des troncs déracinés, des branchages, des herbes, qui, joints aux matériaux alluvionnaires, avaient entravé l'écoulement normal des eaux, de façon telle que le seuil de séparation entre Kabango et Kamory fut emporté. Depuis lors, la capture est définitive et la Mahajamba inférieure n'est plus qu'une vallée morte, coupée de marécages.

l'Afrique tropicale : la température y était fortement rafraîchie et l'atmosphère souvent saturée de vapeur d'eau. Il en résultait des pluies abondantes, plus importantes dans les régions montagneuses, moins régulières et moins fréquentes dans les plaines de basse altitude, mais qui entretenaient un ruissellement à peu près continu dans toute l'étendue du bassin paléotchadien.

Dans sa section méridionale (ou soudanaise) les fleuves atteignent des largeurs de plusieurs kilomètres et roulaient des masses d'eau considérables, dont le débit actuel du Congo peut seul nous donner une idée ; d'immenses marécages bordaient leurs rives par endroits, surtout dans la partie moyenne et inférieure de leur cours ; ils débouchaient dans la mer paléotchadienne par de vastes deltas, dont les bras principaux se déplaçaient de l'est vers l'ouest, sous l'influence d'un comblement analogue à celui que nous constatons encore de nos jours.

Dans la section septentrionale (ou saharienles fleuves atteignaient des largeurs de plusieurs des montagnes où ils prenaient naissance, mais ils s'affaiblissaient dans leurs tronçons moyens et inférieurs, où ils traversaient, sans arriver le plus souvent à les vivifier, d'arides contrées de rochers nus ou de sables avides d'eau. Les plus puissants, qui descendaient du Tibesti et de l'Ennedi, ne subissaient que de faibles pertes avant de déboucher dans la mer paléotchadienne ; et si leurs embouchures, échelonnées en demi-cercle, autour du Borkou et du Djourab, sont maintenant presque toutes effacées, les vestiges de leurs anciens parcours restent en mains endroits très reconnaissables. Les plus faibles venaient de la région montagneuse qui s'étend des monts Toummo aux monts de l'Aïr, par le Tassili ; ils avaient à fournir un long trajet en plaine (700 à 1.200 km.), avant d'atteindre leur débouché dans la mer paléotchadienne, à laquelle ils ne fournissaient que de maigres apports ; aussi le tracé probable de leurs anciennes vallées est-il actuellement des plus incertains, tout au moins dans la section centrale du bassin, celle qui est comprise entre l'ancienne région lacustre de Bilma et le lac Tchad.

On sait que, dans nos régions, les périodes glaciaires ont été séparées par des périodes interglaciaires, pendant lesquelles régnait un climat beaucoup plus doux ; non seulement les glaciers disparaissaient du centre de l'Europe, mais une luxuriante végétation tropicale se développait dans nos contrées, où venait s'installer toute une faune des pays chauds.

En Afrique, ces périodes de réchauffement se traduisaient par des températures torrides, entraînant une évaporation très active ; l'atmosphère devenant de plus en plus sèche, les pluies diminuaient ou étaient supprimées : les rivières sahariennes se desséchaient, les fleuves soudanais languissaient et la mer paléotchadienne, rétrécie, morcelée, s'évaporait peu à peu. Il est probable que le Tchad lui-même se réduisait à quelques flaques discontinues éparses parmi des marais plus ou moins asséchés.

Puis s'amorçait une nouvelle période de fraîcheur et d'humidité et le cycle recommençait.

Fig. 170.
Ancienne vallée tributaire de la mer Paléotchadienne.
(*Photo Col. Ferrandi*)

Ces alternances, parallèles en Afrique et en Europe, de périodes humides et fraîches avec des périodes sèches et chaudes expliquent toute la vie passée de la mer paléotchadienne, qui s'étendait quand les glaciers européens progressaient et se resserrait quand ils diminuaient. Les multiples oscillations secondaires du climat qui se produisent au cours de la très lente évolution d'une période glaciaire à la suivante, oscillations de durée relativement courte et de faible amplitude, rendent également compte des nombreuses transgressions et régressions du lac Tchad qui se sont traduites par des alternances de dépôts alluvionnaires et de sables dunaires d'une probante netteté. Soumise, comme les glaciers d'Europe et à peu près en même temps qu'eux, aux conséquences des variations périodiques, encore mal déterminées, du climat de l'hémisphère boréal, la nappe tchadienne, dans l'avenir, comme dans le passé, doit normalement s'étendre quand ces glaciers sont en période de crue et se contracter quand ils passent à la décrue — abstraction faite de toutes autres causes perturbatrices d'ordre non climatologique, telles que, par exemple, la perte de ses tributaires.

Sur ces oscillations secondaires de l'étendue du lac Tchad, on serait tenté de rechercher, pour la période historique, quelques précisions dans les ouvrages des anciens géographes, car l'Afrique centrale a été en relations commer-

ciales, depuis plusieurs milliers d'années, avec les cités méditerranéennes où arrivaient les grandes caravanes qui faisaient le trafic de la poudre d'or, des parfums, de l'ivoire, des plumes d'autruche et surtout des esclaves. Leurs informations sont imprécises et très fragmentaires, car elles proviennent d'observateurs superciels, peu cultivés et fournissant au même même titre que leurs propres constatations, des renseignements de seconde main, non contrôlés, et n'ayant, par suite, qu'une valeur des plus précaires.

Hérodote signale, au sud du grand désert et à l'ouest du Nil, l'existence de grandes nappes fluviales et lacustres, correspondant sans doute à des cours d'eau sahariens aujourd'hui disparus et à des fragments de la mer paléo-

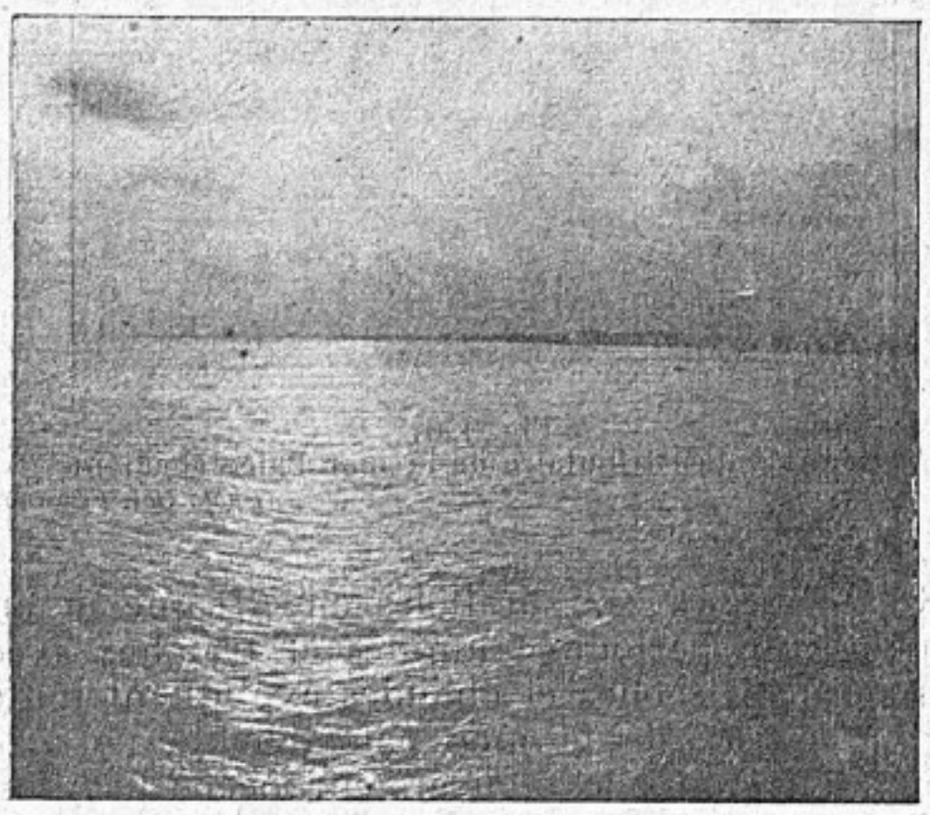


Fig. 171. — Le lac Tachd près de l'embouchure du Chari. (*Photo Col. Ferrandi*)

tchadienne, alors incomplètement asséchée; mais comme il n'indique ni leurs positions approximatives, ni leurs relations réciproques, on n'en peut tirer aucune indication capable de jalonner les étapes du dessèchement de l'Afrique centrale.

2.000 ans après Hérodote, la plus impénétrable obscurité régnait encore sur la géographie de l'Afrique centrale; des documents plus récents et plus précis que les siens existaient peut-être dans la fameuse bibliothèque d'Alexandrie, trois fois incendiée; aucune copie, aucune trace ne nous en est parvenue.

La première carte donnant de bons renseignements sur le bassin paléotchadien, parmi d'autres assez fantaisistes, est celle qui fut publiée, vers 1600, par le Flamand Josse Hondius, peu de temps après que Léon l'Africain eut fait connaître les résultats de ses voyages à travers les royaumes noirs de la région du Niger. On y voit le Tchad correctement placé, sous le nom de *Borno lacus*, et recevant du sud un affluent qui représente assez bien le Chari actuel; cet affluent sort d'un grand lac (le lac desséché de Fort-Archambault) et reçoit sur sa rive droite un tributaire sortant d'un autre lac (le lac Iro, vraisemblablement); le Komadougou-Yoobé est également bien représenté, non comme affluent, mais comme émissaire du lac, portant ses eaux, sous le nom de Niger jusque dans l'Atlantique, à l'embouchure actuelle du Sénégal. Le Tchad y occupe une superficie double de son étendue actuelle et paraît englober la plus grande partie des terres actuelles du Bahr-el-Ghazal et du Fitri.

La partie nord-est de la mer paléotchadienne y est également représentée assez correctement par un lac *Nuba palus* qui correspond aux dépresions actuellement à sec du Toro, du Djourab et du Borkou; il est alimenté par un grand cours d'eau, le Giras venant du nord-ouest, que l'on peut identifier avec la longue enfilade de vallées mortes qui se succèdent depuis Djanet jusqu'à l'Egueï, par les oasis de Djado et de Bilma. Ce *Nuba palus*, séparé du *Borno lacus* par un figuré de montagnes qui ne pouvaient être que les massifs actuels de dunes, a lui aussi un émissaire qui porte ses eaux jusque dans le Nil, vers la première cataracte : cet émissaire correspond assez bien dans sa première section, à l'actuelle vallée morte de Mourdi, qui est, en réalité, un ancien affluent de la mer paléotchadienne; de telle sorte que, tout compte fait, on peut dire qu'au XV^e^ siècle la mer paléotchadienne était aux trois quarts desséchée et que les vallées de la partie saharienne de son bassin étaient déjà des vallées mortes, ou parcourues non seulement par des flots temporaires (ce qui expliquerait les erreurs commises par Léon l'Africain et ses informateurs sur le sens d'écoulement de certaines d'entre elles).

Vers la fin du XVIII^e^ siècle, des navigateurs indigènes purent encore, pour la dernière fois, se rendre en pirogue du Tchad jusqu'au Borkou par le sillon submergé du Bahr-el-Ghazal; mais les nappes lacustres du nord-est de la mer paléotchadienne étaient déjà presque complètement recouvertes par les sables, à tel point que, moins d'un demi-siècle plus tard, lorsque Denham découvrit le lac Tchad, le Bahr-el-Ghazal était entièrement à sec.

Au cours du XIX^e^ siècle, à intervalles plus ou moins longs, vinrent sur les rives occidentales du mystérieux grand lac d'illustres explorateurs, Barth, Rohlfs, Nachtigal, Monteil, qui, n'en ayant pu voir ni l'intérieur ni les rives orientales le décrivirent sous des aspects différents : tantôt, petite mer avec des mouvements de marée, tantôt, simple nappe d'eau douce aux rives largement ourlées de roseaux verts, tantôt prairies submergées, coupées de chenaux discontinus d'eau libre (1).

A partir de 1904, de grands changements se produisirent dans la physionomie du lac : la partie nord s'assècha complètement; la partie

(1) Barth, en 1854, constate que les inondations coupent de plus en plus chaque année la route des caravanes et submergent les villages trop rapprochés.

Rohlfs écrit qu'en 1866 les affluents grossis de la Komadougou-Yoobé interrompirent longtemps toutes communications entre les pays bornouans et haoussas, tandis que, au nord de Nguigmi, coulait dans le lac un puissant fleuve.

Nachtigal, en 1870, rapporte que les riverains de la côte occidentale croient que le Tchad dévore ses rives et que ses eaux vont de nouveau se répandre jusqu'au Borkou.

Monteil, en 1891 et Foureau, en 1900, trouvent que le lac s'est maintenu exactement dans les limites que lui avait assignées Barth.

centrale se couvrit d'immenses champs de roseaux et de forêts d'*ambatch*, encerclant de petites étendues d'eaux libres, sans communications entr'elles ; la partie sud, dans un rayon de 20 à 40 km. autour du Chari, resta seule navigable.

Jusqu'en 1915, on put se demander si cette régression du Tchad allait se poursuivre jusqu'au dessèchement total et si cette poussée du désert vers le sud n'était pas causée par un recul de la zone des grandes pluies équatoriales : la grande famine de 1914, au Ouadaï, provoquée par la terrible sécheresse de 1913, permettait de mesurer l'étendue de la catastrophe que devait déchaîner une telle aggravation des conditions climatologiques de l'Afrique centrale. Ce ne fut heureusement qu'un avertissement !

Depuis 1916, les pluies annuelles sont redevenues normales ; le Tchad moribond s'est ranimé et a repris possession de toute sa cuvette ; il a même quelque peu débordé en 1920-21.

Les variations de niveau et d'étendue du lac, dont nous venons d'indiquer brièvement l'importance n'ont été observées méthodiquement que pendant la période comprise entre 1912 et 1919. Nous résumons ci-dessous les résultats des constatations faites, en exprimant le vœu qu'elles soient reprises et poursuivies désormais avec toute la constance désirable.

La variation annuelle du niveau du Tchad est représentée par une courbe assez régulière, dont le maximum s'inscrit entre le 24 novembre et le 17 décembre ; le minimum se note entre le 8 et le 27 juillet.

Dans les années normales, qui sont les plus nombreuses, la hauteur de crue est peu différente de celle de décrue : on peut lui assigner une valeur moyenne de 1 mètre, à quelques centimètres près.

Dans les années anormales (excès de sécheresse ou de pluies) le décalage entre ces deux valeurs est parfois considérable : en 1913, année de pluies déficitaires, la hauteur de crue fut seulement de 0 m. 19, alors que celle de décrue fut de 1 m. 02 ; en 1916, année de bonnes pluies, la hauteur de crue fut de 1 m. 86 et celle de décrue de 0 m. 81.

Ces différences s'expliquent aisément. La constance relative de la décrue tient à ce qu'elle est provoquée par des éléments à variation lente et faible : l'évaporation, d'autant plus faible que l'année est plus humide ; les infiltrations, d'autant plus fortes que le lac est mieux rempli ; l'absorption d'eau par la végétation palustre qui est d'autant plus forte que celle-ci est plus abondante, autrement dit que le lac est moins bien rempli. L'inconstance de la hauteur des crues, par contre, est le reflet des écarts, souvent très importants, que présentent, d'une année à l'autre, les quantités de pluie tombant tant sur le lac que dans les bassins de ses tributaires.

Les irrégularités de la courbe des variations du niveau font ressortir, surtout pendant la décrue, de petites oscillations, (dont l'amplitude en durée varie de 4 à 15 jours et en hauteur de 5 à 10 centimètres) qui paraissent provoquées par des courants de surface intermittents, attribuables à des variations de direction et d'intensité des vents locaux , et peut-être aussi à des inégalités de répartition de la pression atmosphérique sur l'ensemble du lac.

Quant au flux et au reflux diurne, observé parfois par les anciens explorateurs, ce n'est qu'un phénomène local, spécial à certaines parties très plates de la côte occidentale, et qui ne se produit que les jours où les vents d'est, après avoir soufflé avec force pendant la nuit ou la matinée, se calment complètement au déclin du jour.

Le niveau moyen d'ensemble de la période 1912-19 se place à 1 m. 10 au-dessus des plus basses eaux constatées. Pendant trois ans (1913, 14 et 15), les cotes maxima de la crue annuelle sont restées au-dessous de ce niveau moyen général ; ce furent trois années de Tchad rétréci et fortement marécageux. Pendant les quatre années suivantes (1916, 17, 18 et 19), les minima de la crue annuelle se sont tenus au-dessus de ce niveau moyen général et le lac reprit graduellement ses dimensions normales.

La superficie submergée, dans le même temps, a varié entre 10.000 kmq. environ (1914) et 18.000 kmq. (1916-17) ; en 1919, 1920 et 1921, elle a dû être un peu plus considérable, mais elle n'a pu être calculée. Le volume des eaux a oscillé de 11 à 43 milliards de mètres cubes et a dû largement dépasser 50 milliards en 1921.

Quant à la profondeur moyenne du lac, qui est normalement de 1 m. 50 à 1 m. 75, elle est descendue à moins de 1 m. 10 en 1914 et s'est relevée à 2 m. 50 environ aux moyennes eaux de 1916.

Ces chiffres montrent combien plate est la cuvette du Tchad, puisque d'aussi faibles variations de la hauteur moyenne des eaux entraînent de tels changements de la superficie submergée et de si grandes modifications de sa physionomie d'ensemble. Aussi nous a-t-il paru commode de différencier ces divers états de la nappe lacustre, en les groupant sous les trois rubriques suivantes :

1° *Tchad normal*, correspondant aux périodes où les eaux baignent les abords du village de Nguigmi, *lors du maximum* de la crue annuelle ;

2° *Petit Tchad*, correspondant aux périodes de dessèchement plus ou moins accentué de la partie nord du lac ; le maximum de la crue annuelle amène à grand peine alors les eaux à une vingtaine de kilomètres au sud de Nguigmi ;

3° *Grand Tchad*, correspondant aux périodes (que l'on n'a plus revues depuis le passage de Nachtigal) où Nguigmi est submergé lors de la crue annuelle ; le lac déborde alors largement, inondant ses rives occidentales jusqu'au pied des dunes de bordure de sa cuvette.

Vue d'ensemble sur le lac et les contrées riveraines.

Suivant qu'on aborde le Tchad par son côté nord, ou saharien, par son côté sud, ou soudanais, par les plaines du Bornou, à l'ouest ou par les dunes du Kanem, à l'est, et suivant que le lac est à l'un ou à l'autre des trois stades que nous venons de définir, il offre des aspects si dissemblables qu'il est fort malaisé d'en donner en peu de mots une description d'ensemble. L'essai que nous allons tenter se rapporte au cas du Tchad normal.

Du côté du Sahara, c'est-à-dire approximativement au nord d'une ligne joignant l'embouchure du Komadougou-Yoobé au village de Kiskaoua, la coupe lacustre est bien délimitée par une ligne continue de dunes fixes, couver-

tes d'une claire végétation d'herbes et d'acacias. Du haut de ces dunes, on aperçoit, au loin, la nappe tchadienne abondamment constellée de massifs de verdure simulant des îles ; mais ce ne sont, le plus souvent, que des hauts-fonds couverts de roseaux où il est difficile de prendre pied.

Les rives sont sablonneuses et plates, argileuses dans les bas-fonds, au voisinage de la lisière marécageuse, où, sur des centaines de mètres, de vigoureux et grands roseaux, en masses pressées, bouchent les vues du côté du lac ; quelques tranches d'eau libre se laissent voir, par places, dans d'étroites éclaircies aboutissant à de petites anses plus ou moins accessibles à de légères embarcations. Quelques vallonnements traversent les chaînes de dunes, se prolongeant au loin par des cuvettes verdoyantes aux berges sablonneuses, auxquelles font suite de longs couloirs dunaires ; l'aridité s'accentue à mesure que l'on s'éloigne vers le nord, en

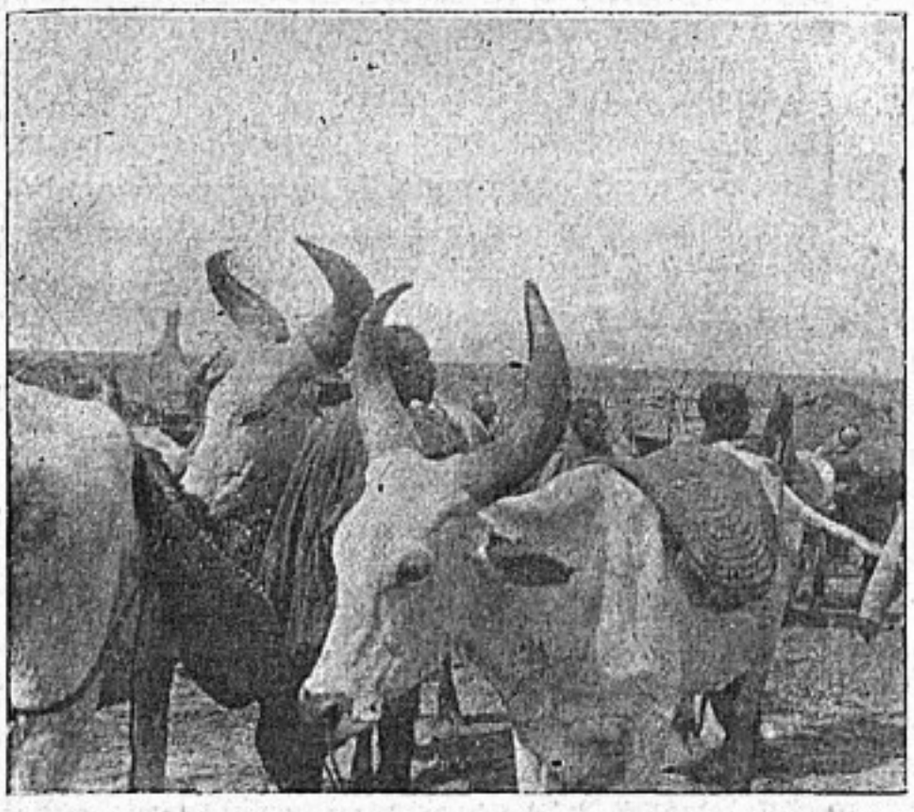


Fig. 172 — Bœufs porteurs de l'archipel boudouma.
(*Photo Col. Ferrandi*)

direction de la grande plaine désertique de Tountouma, où coulait autrefois, selon des traditions locales, un grand affluent de la mer paléotchadienne, affluent dont le thalweg est maintenant complètement effacé.

Dans cette partie de la cuvette tchadienne, où les chutes annuelles de pluie atteignent à peine 70 à 100 millimètres, les cultures de céréales indigènes sont fort aléatoires, sauf dans certains fonds de cuvettes où l'arrosage par irrigation est facile. Aussi n'y trouve-t-on que de rares villages ; le centre le plus important est Nguigmi, au débouché de la grande route des caravanes transsahariennes venant de Tripoli au Bornou par les oasis du Fezzan et de Bilma. Un poste militaire, doté de T. S. F. et d'un bureau télégraphique y assure la police des nomades, dont les troupeaux de bœufs, de moutons et de chameaux constituent la principale richesse.

Vers l'est, du *côté du Kanem*, c'est-à-dire entre Kiskaoua au nord et le débouché du Bahr el Ghazal au sud, le Tchad présente, sur près de 300 km., la singulière particularité — peut-être unique — de n'avoir pas de rivages. Sur tout ce parcours, en effet, et sur une largeur de 30 à 60 km., la côté n'est qu'un lacis de canaux lagunaires ou *bahrs*, de dimensions variables, qui s'entre-croisent dans tous les sens, encerclant d'innombrables îles aux contours capricieux ; nombre d'entr'eux sont navigables, offrant parfois des profondeurs de 4 à 6 mètres, mais, le plus souvent, ils sont coupés de seuils où les embarcations risquent de s'engluer dans des vases molles, d'où il est fort difficile de se déhâler, surtout au cours de la décrue.

Les Boudoumas, qui peuplent ces archipels, sont à la fois pêcheurs, cultivateurs et éleveurs de bétail : leurs troupeaux de bœufs sont les plus beaux et les plus importants de toute l'Afrique centrale ; encore sont-ils bien loin d'avoir atteint leur plein développement. Entre les îles de l'archipel et les presqu'îles du Kanem, la transition est insensible ; du labyrinthe des *bahrs*, se détachent des tentacules, progressivement amoindris en largeur et en profondeur, qui se ramifient et serpentent entre les dunes, prolongeant fort loin parfois leurs méandres vaseux ; ils se terminent, en général, par des chapelets d'étangs sans profondeur, aux eaux noires, natronnées et fortement concentrées, qui laissent, en s'évaporant, de véritables gisements de carbonate de soude, dont l'exploitation, fort rémunératrice pour les naturels, trouve sur les marchés du Bornou un débouché indéfini.

Ainsi, nulle part, on ne peut préciser où finit le lac et où commence le Kanem : singularité que s'explique par le seul fait que le Kanem est lui-même un ancien archipel d'un Tchad plus étendu. Encore pourrait-on supprimer ce mot « ancien », car, même de nos jours, le Kanem tout entier baigne le pied de ses dunes dans la nappe tchadienne. On s'en rend aisément compte, chaque année, par les fluctuations de niveau qui se constatent dans les puits et les mares des grandes dépressions séparant les massifs dunaires : quelques semaines après la pleine crue du lac, alors qu'une sécheresse absolue et une évaporation intense règnent sur le pays, les eaux montent de plusieurs décimètres et se maintiennent quelque temps à ce niveau avant de redescendre.

Cette lente propagation des oscillations de la nappe tchadienne sous les sables du Kanem, qui provoque, au plus fort de la saison sèche, la submersion temporaire du fond de certaines dépressions, montre qu'il suffirait d'une élévation du niveau moyen de trois ou quatre mètres au-dessus de celui du « Tchad normal » pour que nombre d'*ouadis* du Kanem se transfor-

ment de nouveau en *bahrs* plus ou moins continus.

Protégée contre l'évaporation par cet épais manteau de sables, à travers lesquels elle filtre doucement au cours de sa lente descente vers les parties les plus basses de l'ancienne mer paléotchadienne, cette rivière souterraine, véritable émissaire du lac, donne au Kanem son caractère particulier : d'apparence rébarbative, aride, quasi-désertique, il se révèle, à qui l'habite, salubre, accueillant et fertile.

Aux cuvettes verdoyantes des fins de *bahrs* du Tchad, en effet, on voit succéder d'abord de longues ondulations sablonneuses à végétation clairsemée d'herbes ligneuses et d'arbustes rabougris. Puis, sur de grandes étendues sans relief, d'aspect uniforme, dans une immense prairie de grandes et rudes graminées aux graines acérées, les touffes verdoyantes de « genêt saharien » alternent avec des arbres épars, médiocrement feuillus, mais hérissés de milliers d'épines ; de petites cuvettes s'ouvrent çà et là, bien fermées de tous côtés et à demi-comblées par les sables que charrient inlassablement les vents du nord-est. Et brusquement, rompant cette accablante monotonie, s'ouvrent des excavations verdoyantes, de forme circulaire ou elliptique, de plusieurs centaines d'hectares de superficie, où des herbes fraîches, des buissons épais, des arbres touffus, des palmiers à éventail, des jardins parfois, dénotent la présence d'une nappe d'eau toute proche et témoignent de la fertilité des terrains qu'elle imbibe.

Inhabitées en apparence, ces régions sont parcourues par des tribus de nomades arabes et toubous, autrefois pirates redoutés, maintenant tranquilles éleveurs de bœufs, de moutons, de chevaux et surtout de chameaux, en outre, grands chasseurs d'antilopes, de gazelles et d'autruches. Un peu plus loin, commence le pays des sédentaires, la région des grandes dunes, le cœur de l'antique sultanat du Kanem qui, jamais ne connut la famine, mais, en revanche, fut souvent décimé par les expéditions que ses voisins lançaient périodiquement contre lui. D'interminables champs de mil, en saison des pluies, couvrent ces dunes, tandis qu'à leur pied, dans les longues dépressions aux flancs raides, la nappe d'eau souterraine venue du Tchad permet, en saison sèche, la culture du blé par irrigations, et celle de plantes potagères variées, tant indigènes qu'européennes.

Maintenant que nos postes de Mao, Ngouri, Rigrig, Ouachtigui et nos sections méharistes ont apporté à ce pays l'ordre et la sécurité, que les razzias meurtrières et la traite des esclaves sont définitivement abolies, le Kanem va pouvoir développer paisiblement ses productions agricoles, ses troupeaux et surtout sa population, dont le chiffre, encore inférieur à 100.000 habitants, est loin de correspondre à la valeur qu'il est susceptible d'atteindre, en raison de sa fertilité et de sa grande salubrité.

Plus loin vers le nord-est, les dunes fixées du Kanem cessent brusquement et l'on chemine dans une plaine sans arbres, sans buissons, sans herbes, qui se prolonge à perte de vue, plate, régulière et nue jusqu'aux limites de l'horizon. C'est l'entrée du désert immense qui, de part et d'autre des sombres montagnes désolées du Tibesti, se prolonge sur plus de deux mille kilomètres jusqu'aux rives de la Mer Rouge.

Mais revenons au Tchad.

Fig 173. — Une cuvette du Kanem.
(*Photo Col. Ferrandi*)

La *partie centrale* du lac s'exhausse progressivement par suite du lent colmatage de sa cuvette, dû à l'alluvionnement et à l'accumulation des dépôts organiques, d'une part, et aux apports de sables et de poussières par les vents, d'autre part. La hauteur annuelle de cet exhaussement est encore impossible à évaluer avec quelque certitude, faute de mesures précises. Toutefois, on peut penser, d'après certaines analogies, qu'en ce qui concerne les dépôts alluvionnaires et organiques, le chiffre de 5 millimètres par an n'est pas exagéré.

Quant aux apports éoliens, ils sont vraisemblablement beaucoup plus forts : en effet, pendant six mois chaque année, les vents dominants soufflent du nord-est, à la vitesse de 4 à 6 mètres à la seconde, en temps ordinaire, et de 10 à 12 mètres pendant les rafales, dont certaines durent des journées entières. Ces vents soulèvent des tourbillons de sable, dont les gros grains sont transportés du sommet des dunes dans les *bahrs* qui stagnent à leur pied ; les grains plus fins vont plus loin et surélèvent de proche en proche les îles de l'archipel ; les poussières, soulevées en épais brouillards de plusieurs centaines de mètres de hauteur, se déposent sur toute l'étendue de la nappe lacustre. Des essais rudimentaires de mesures

effectuées sur place conduisent à penser que l'épaisseur journalière de ces dépôts de poussières est de l'ordre du dixième au quart de millimètre, soit, pour cent jours par an, 10 à 25 m/m. Celle des dépôts de sable, dans les îles et les *bahrs* voisins de la côte orientale est encore plus forte, de telle sorte que l'exhaussement du fond du lac ne serait pas inférieur à 1 m. tous les 30 ou 40 ans dans la zone centrale et au double dans les canaux lagunaires de l'archipel.

C'est à ce colmatage intense qu'il faut attribuer l'existence vers le milieu du Tchad, d'une large bande de hauts-fonds, émergés en partie lors des basses eaux, qui divise sa cuvette en deux sections, celle du nord (ou du Komadougou-Yoobé) et celle du Chari, au sud. Il est probable que, dans un avenir assez proche, leur émersion sera suffisante pour constituer un isthme presque continu, reliant directement le Kanem au Bornou, coupé seulement par les quelques chenaux indispensables à la décharge dans la section du Komadougou du trop-plein des crues de la section sud. Cet isthme en formation, orienté sensiblement nord-sud, s'allonge à l'ouest d'une ligne tracée de Kindin, près de la côte orientale, à Seyorom-Baga, point d'atterrissage, sur la côte occidentale, des embarcations venant de l'embouchure du Chari et de la moitié sud de l'archipel boudouma.

Du *côté du Bornou*, à l'ouest, entre l'embouchure du Komadougou-Yoobé, au nord, et celle du Yedséram, au sud, les rives du Tchad sont franchement marécageuses et rarement accessibles à la navigation, à l'exception de Seyorom-Baga, point de transit obligé pour tout le trafic commercial entre Bornouans, Boudoumas et Kanembous.

Sauf quelques dunes fixées qui longent la bordure marécageuse du lac au nord de l'ancienne capitale des sultans du Bornou, Koukawa, (détruite par Rabah, l'esclavagiste, à la fin du siècle dernier) tout le pays est plat et argileux ; dès les premières semaines de la saison des pluies, les eaux s'accumulent dans des bas-fonds sans écoulement, et, se rejoignant peu à peu, elles finissent par couvrir toute la campagne d'une nappe peu profonde qui interrompt les communications entre les innombrables villages dont la plaine est parsemée. En saison sèche, quand toutes les mares sont évaporées, le Bornou n'est qu'une immense croûte de terre noire et fendillée, de l'aspect le moins enchanteur ; mais ses remarquables récoltes annuelles de mil, sorgho, maïs, coton etc., témoignent de la fertilité de ces véritables polders laissés par la dernière grande régression du Tchad, dont le souvenir est resté dans les traditions indigènes : il fut une époque, disent-ils, où nos champs et nos villages étaient recouverts par les eaux du lac d'un bout de l'année à l'autre et quand le Tchad se fut retiré dans ses limites actuelles, on appela ce territoire « Bouroum nouï » (ce qui signifie la grande eau disparue) d'où est venu Bournou, nom actuel de ce pays.

Du *côté sud*, les rives du lac s'étendent sur environ 200 kilomètres, depuis le Yedséram, à l'ouest, jusqu'au Bahr-el-Ghazal, à l'est, dessinant une ligne presque droite, sauf autour de l'embouchure du Chari, où une forte gibbosité atteste que le delta du fleuve ne cesse pas de progresser. A l'ouest comme à l'est, ce ne sont que marécages, forêts aquatiques et prairies alternativement inondées et émergées ; au centre, par contre, autour de l'embouchure du Chari, une vaste étendue d'eaux libres donne à ceux qui naviguent au large, par les durs clapotis des vents de nord-est, une certaine illusion de panorama marin ; mais par temps clair et brise légère, cette illusion disparaît vite : à peine a-t-on perdu de vue le repère rocheux d'Hadjer-el-Hamiss, qui domine de 132 mètres la rive méridionale, que l'on commence à apercevoir à l'horizon du nord, et de l'est des masses de verdure, annonçant la proximité des hauts-fonds qui barrent l'entrée de l'archipel.

En saison des pluies, les terres de bordure des côtes méridionales du Tchad sont, comme celles du Bornou, complètement inondées et d'autant plus impraticables qu'elles sont coupées de multiples bras de divagation déversant dans le lac les apports des crues du Chari et du Logone.

En saison sèche, on y retrouve les mêmes étendues d'argile noire, fendillée, crevassée, couvertes de brousse rabougrie ou de claires forêts d'arbres épineux aux maigres ombrages, mais de la même remarquable fertilité, lorsqu'ameublie par les premières pluies, elle redevient propice aux semailles.

Cette région sud-tchadienne, ancienne baie de la mer paléotchadienne, mise à découvert par l'abaissement graduel des eaux, est constituée par la réunion des deltas successifs du Chari, du Logone et du Yedséran qui l'ont comblée peu à peu : ces fleuves, suivant pas à pas vers le nord le recul de la ligne de rivage ont, dû, en même temps et à diverses reprises déplacer vers l'ouest, le tracé de leurs principaux bras pour satisfaire aux exigences du colmatage ; du côté de l'est, en effet, où les apports de sables sont plus importants qu'à l'ouest, le comblement a toujours été — et reste encore — particulièrement actif ; nous verrons un peu plus loin le danger qui pourrait en résulter pour le Chari, au cas où viendrait à se réaliser la capture du Logone par le Bénoué.

Cette succession de deltas, dont Fort-Lamy, capitale de notre colonie occupe approximativement la tête, irriguée par des crues annuelles et régulières, comptera, quelque jour, parmi les régions les plus fertiles du monde et les plus commodes à exploiter. Elle est complétée, plus au sud, par une autre région de plaines naturellement irriguées et d'une fertilité peut-être plus grande encore, qui s'étend le long des val-

lées du Chari et du Logone, jusqu'en amont de Fort-Archambault et de Laï.

L'ensemble forme ce que nous appelons la Mésopotamie Tchadienne, d'une superficie de plus de 200.000 kmq., terres d'abondance qui pourront être mises en valeur quand nous le voudrons, et qui nous fourniront alors la plus grande partie des produits agricoles tropicaux pour lesquels nous sommes jusqu'ici tributaires de l'étranger.

(*A suivre.*)

Jean TILHO,
Correspondant de l'Institut.

LA TRAVERSÉE AÉRIENNE DE L'ATLANTIQUE ET L'ÉVOLUTION DES MOTEURS D'AÉRONAUTIQUE

Le voyage direct de New-York à Paris accompli heureusement les 20 et 21 mai dernier par Charles A. Lindberg, a fait l'objet de longs articles de journaux ; le plus long vol de Chamberlin et de Levine jusqu'au cœur de l'Allemagne pourrait faire croire que l'avion a définitivement conquis l'Atlantique, de l'ouest à l'est du moins.

L'infortune de Nungesser et de Coli nous montre cependant que ces grands raids sans escale possible se poursuivent dans des circonstances encore bien critiques.

Sans répéter ce qui est actuellement présent dans la mémoire de tous, nous allons essayer de tirer de ces prouesses les enseignements qui peuvent faciliter l'établissement d'une ligne aérienne transatlantique.

Il y a exactement 30 ans que Clément Ader fit le petit bond qui constitue le premier essor de l'aviation. Les frères Wright, ayant mis au point successivement leur planeur et leur moteur, effectuent leurs premiers vols en 1905 ; le 30 octobre 1908, Louis Blériot traverse la Manche sur un appareil en bois avec fuselage partiellement entoilé, propulsé par un moteur Anzani de 25 H-P, ayant trois cylindres en éventail. L'appareil, qui pesait 200 kg. à vide, 320 en ordre de marche avait une surface portante de 14 m².

Quinze ans plus tard, des services aériens réguliers se poursuivaient entre Paris et Londres à l'aide d'appareils extrêmement différents.

Avant cela toute une série de raids que nous ne pouvons rappeler, les expériences en grande série pendant la grande guerre et, depuis, des records de plus en plus impressionnants au-dessus des mers ou des déserts étaient venus marquer les étapes des progrès de l'aviation.

La traversée de l'Atlantique est assurément l'exploit le plus prestigieux.

Ce voyage a été effectué à plusieurs reprises entre la côte occidentale d'Afrique et la côte nord du Brésil ; mais en raison du froid et des risques de brume et de tempête, la traversée de l'Atlantique nord est plus hasardeuse. Entre Saint-Jean-de-Terre-Neuve et Cork, en Irlande, il y a 3.500 km. environ, aussi Read, le premier qui amena en Europe un avion des Etats-Unis d'Amérique, préféra louvoyer en allant de Saint-Jean-de-Terre-Neuve à l'île Fayal (Açores), puis à Lisbonne, et enfin à Plymouth. Ainsi la principale étape était réduite à 1.900 kilomètres.

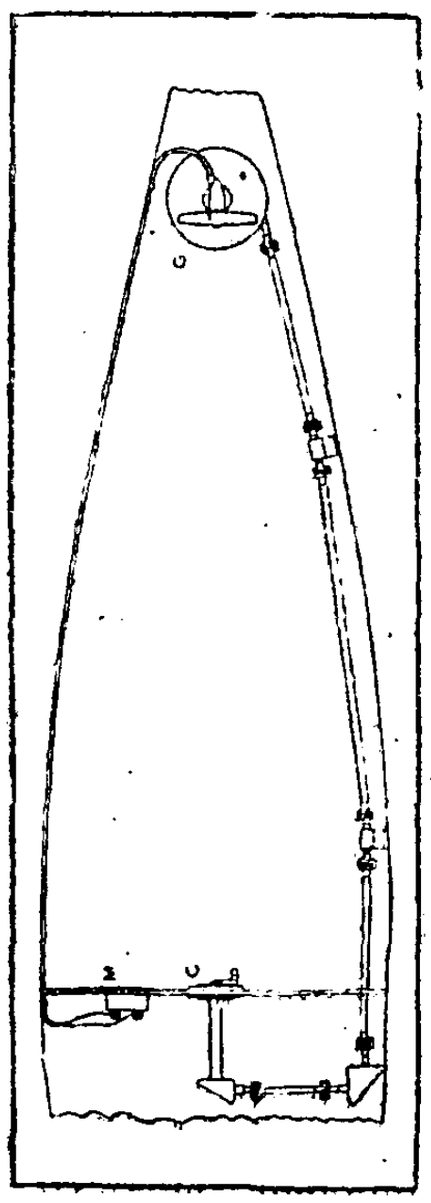


Fig. 171.
Contrôleur de vol.

Cependant, un mois environ plus tard, le 14 juin 1919, J. Alcock et W. Brown franchissaient en 16 heures 15, la distance de Terre-Neuve à l'Irlande avec un biplan Vickers-Vimy, de 20 m. 40 d'envergure et 123 m² de surface portante, muni de deux moteurs Rolls-Royce de 350 chevaux chacun.

Cet exemple ne fut pas suivi, et si divers projets de raids transatlantiques ont été repris, ils ont été suscités par le prix de 25.000 dollars offert par M. Orteig.

L'an dernier, un grave accident fit échouer au départ l'avion à trois moteurs que dirigeait le capitaine Fonck avec trois assistants.

Nungesser et Coli réussirent à s'envoler le 8 mai sur un avion marin, ils dépassèrent cer-

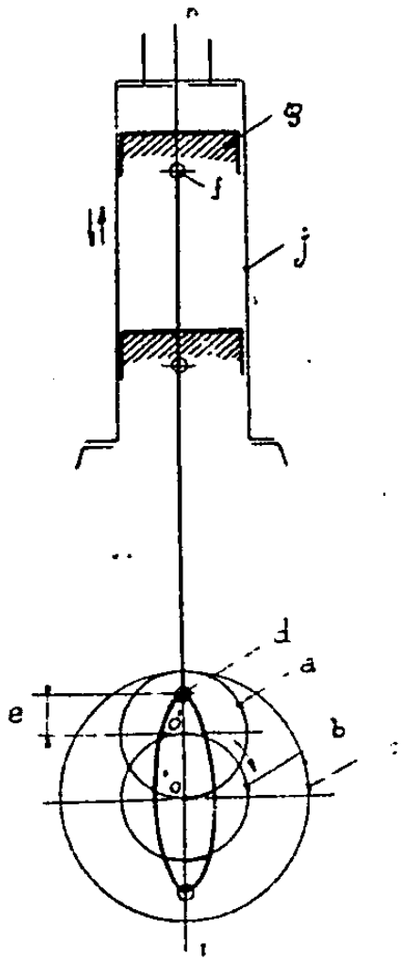


Fig 175. — Simplification cinématique. Cycle Beau de Rochas.

tainement l'Irlande ; on ignore encore où ils se perdirent....

Malgré cela, Charles Lindberg s'élance le 20 mai 1927, à 12 h. 50 (heure française) d'un terrain voisin de New-York ; il survole la Nouvelle-Ecosse, Terre-Neuve, qu'il quitte vers 1 heure ; le 21 mai, à 17 h. 30, il est au-dessus de l'Irlande, à 20 h. 30 au-dessus de Cherbourg et à 22 h. 20 il atterrit au Bourget, près Paris.

Il avait ainsi parcouru en 33 h. 1/2, 6.300 km. environ d'une seule traite, à la vitesse moyenne de 188 km. à l'heure.

Tout le monde connaît le pilote désormais célèbre qui n'hésita pas à se confier à un monoplan monomoteur, le *Spirit of Saint-Louis*, dont l'aile en bois et le fuselage en tubes d'acier étaient entoilés:

Les caractéristiques de cet appareil sont modestes : 14 m. d'envergure, 8 m. de longueur, 25 à 26 m² de surface portante, poids à vide : 750 kg. Il emportait 1.950 litres d'essence et 180 litres d'huile. A l'arrivée, il en restait encore assez pour aller plus loin.

il en restait encore assez pour aller plus loin.

Le poids de l'avion au départ devait être voisin de 2.500 kg., la charge était ainsi de 100 kg. par m² de surface portante, 12 kg. par cheval, ce qui explique les difficultés de l'envol à New-York.

Dans son poste de pilotage, l'aviateur américain était parfaitement protégé, tandis que le pare-brise et le vêtement spécial des pilotes français sont des défenses insuffisantes pour de longues traversées dans des circonstances météorologiques pénibles.

De même que l'avion est relativement modeste, le moteur a une puissance relativement faible : 200 à 240 chevaux. C'est un Wright en étoile à refroidissement par l'air, couramment employé par la Marine des Etats-Unis. Nous reviendrons sur ce moteur, dont la bonne réputation vient de recevoir une nouvelle et éclatante confirmation dans le succès de Chamberlin.

Un moteur et un pilote sans défaillance n'auraient pas suffi sans des appareils de navigation précis. Ces appareils (fig. 174) consistaient en un « contrôleur de vol » du système français Badin (anémomètre, indicateur gyroscopique de virages, indicateur de pente transversale) et un « compas magnétique Pioneer » non employé en France, que se compose lui-même de deux éléments principaux.

Un voltmètre très sensible indique au pilote

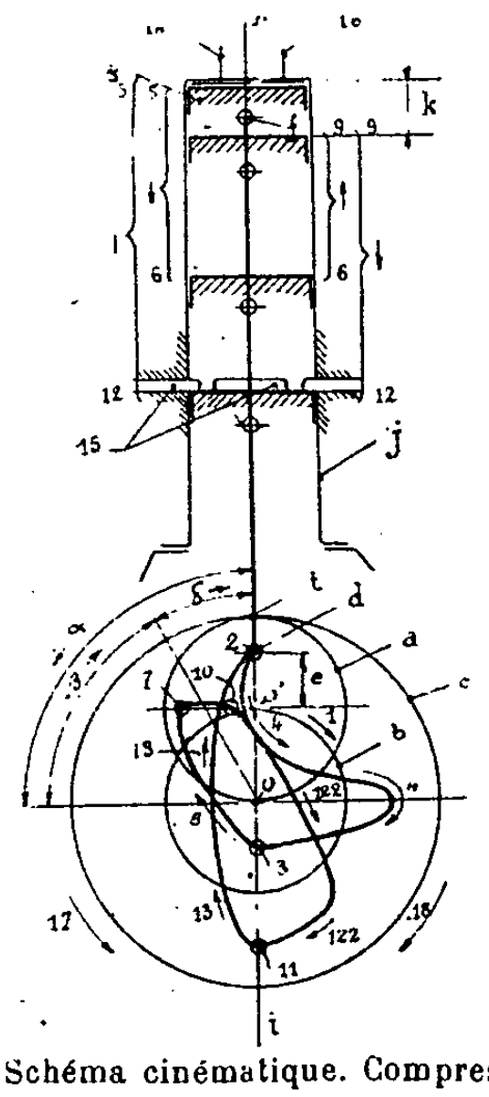


Fig. 176. — Schéma cinématique. Compression donnée.

la position des balais d'une sorte de magnéto dont l'inducteur est le champ magnétique terrestre, l'induit tournant sous l'impulsion d'un moulinet, constitue le premier élément.

Le second, organe de commande, est une rose semblable à un compas de navigation, qui modifie la position des balais suivant la direction qu'il importe de conserver.

Le courant électrique produit par la magnéto

génératrice reste nul tant que l'avion ne s'écarte pas de cette direction, l'aiguille du voltmètre reste alors au zéro ; le pilote doit donc gouverner pour maintenir l'aiguille dans cette position. S'il veut changer de direction, il amène l'index de l'organe de commande sur la nouvelle direction voulue, l'aiguille dévie aussitôt, mais la manœuvre convenable du gouvernal la ramène au zéro et l'aviateur est ainsi certain d'aller dans la direction désirée.

Ce merveilleux instrument de navigation a

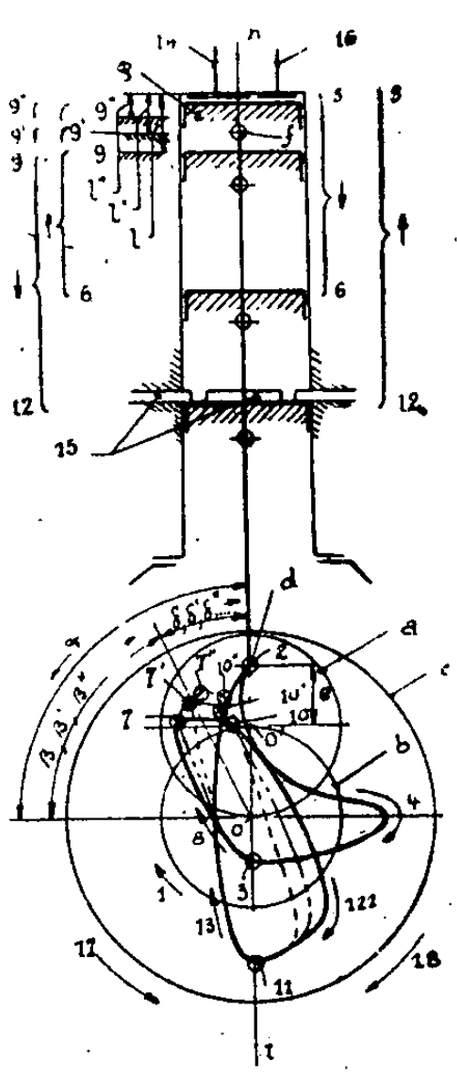


Fig. 177. -- Schéma cinématique (compressions variables)

permis à Lindberg d'aborder l'Irlande à moins de 5 km. du point vers lequel il se dirigeait.

Le moteur n'a eu aucune défaillance.

Ce Wright-Whirwind a une vogue bien justifiée en Amérique.

C'est un moteur fixe dont les neuf cylindres disposés en étoile sont refroidis par l'air grâce à de larges ailettes ; il développe une puissance de 200 chevaux à 1.800 tours-minute, qui peut être portée à 230 chevaux à la vitesse angulaire de 2.000 tours-minute. Un capotage en aluminium, protégé par une casserole, ne laisse dépasser que les têtes de cylindre. Le groupe moto-propulseur comprend en outre, en prise directe, une hélice métallique à deux pales très effilées.

Une description plus complète de cet engin remarquable par sa simplicité, n'aurait que peu d'intérêt. Nous y retrouverions les caractéristiques des moteurs fixes en étoile refroidis par l'air avec leurs avantages (1) : robustesse, légèreté, facilité de montage à bord, etc...

Le seul inconvénient de ce moteur, inconvénient qu'il partage d'ailleurs avec beaucoup d'autres moteurs d'avions du même genre, c'est une consommation un peu élevée d'huile et d'essence.

Il est difficile d'estimer, d'après ce qui restait d'essence à l'arrivée, la consommation au cheval-heure, parce que l'on ne sait pas exactement quelle puissance était réellement développée par le moteur. On peut vérifier cependant que la consommation ne devait pas dépasser sensiblement 210 à 220 gr. d'essence par cheval-heure. Quel que soit le chiffre exact de cette consommation spécifique, il est bien évident qu'une réduction d'un tiers aurait beaucoup facilité le voyage en allégeant de 600 litres la provision de carburant, soit d'environ 400 kg. le poids de l'avion. Lindberg aurait pu, ou aller plus vite et aller plus loin, ou emporter du frêt, passagers ou messageries.

Ainsi, l'exploit de l'audacieux aviateur aurait des conséquences commerciales utiles si l'on pouvait alléger l'avion qu'il employa et augmenter la place disponible à bord, en réduisant simplement d'un tiers la consommation du moteur.

Or, il se trouve que cette réduction est très possible, et nous avons sous les yeux, au moment où nous écrivons cet article, la maquette d'un moteur qui permettrait assurément une

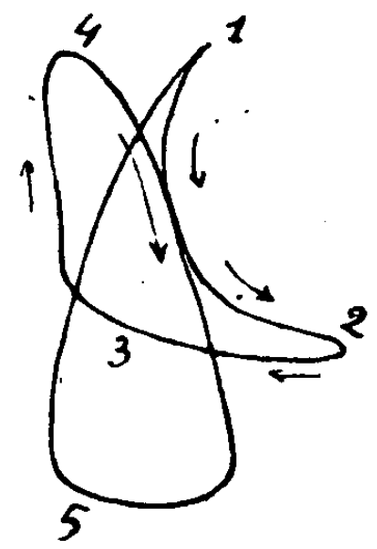


Fig. 178.

réduction encore plus importante de la consommation spécifique d'essence. Ce moteur a été imaginé par un ingénieur français, M. Nau-Touron, ce qui lui a valu, l'an dernier, un des grands prix de la Société Industrielle du Nord de la France.

Nous n'avons pas à décrire le cycle Beau de Rochas sur lequel sont construits actuellement tous les moteurs d'automobiles ou d'avions. Ce cycle, comme on le sait, comprend quatre temps : admission, compression, explosion et détente, échappement ; ces quatre temps égaux s'accomplissent entre les passages successifs du piston moteur au point mort haut et au point mort bas. Avec le dispositif universellement

(1) V. Les Moteurs d'Aéronautique. Librairie Eyrolles, Paris ; Les Moteurs à explosions, Collection Armand Colin.

employé, bielle et manivelle, on ne peut avoir que des courses égales.

L'égalité de ces courses a une série d'inconvénients dont nous ne citerons que les principaux.

Il est établi depuis longtemps que, du rapport entre le volume du cylindre lorsque le piston est au point mort bas et le volume qui reste lorsque le piston est remonté au point mort haut, rapport qui est la mesure de la compression volumétrique du mélange tonnant, dépend le rendement thermique du moteur, et

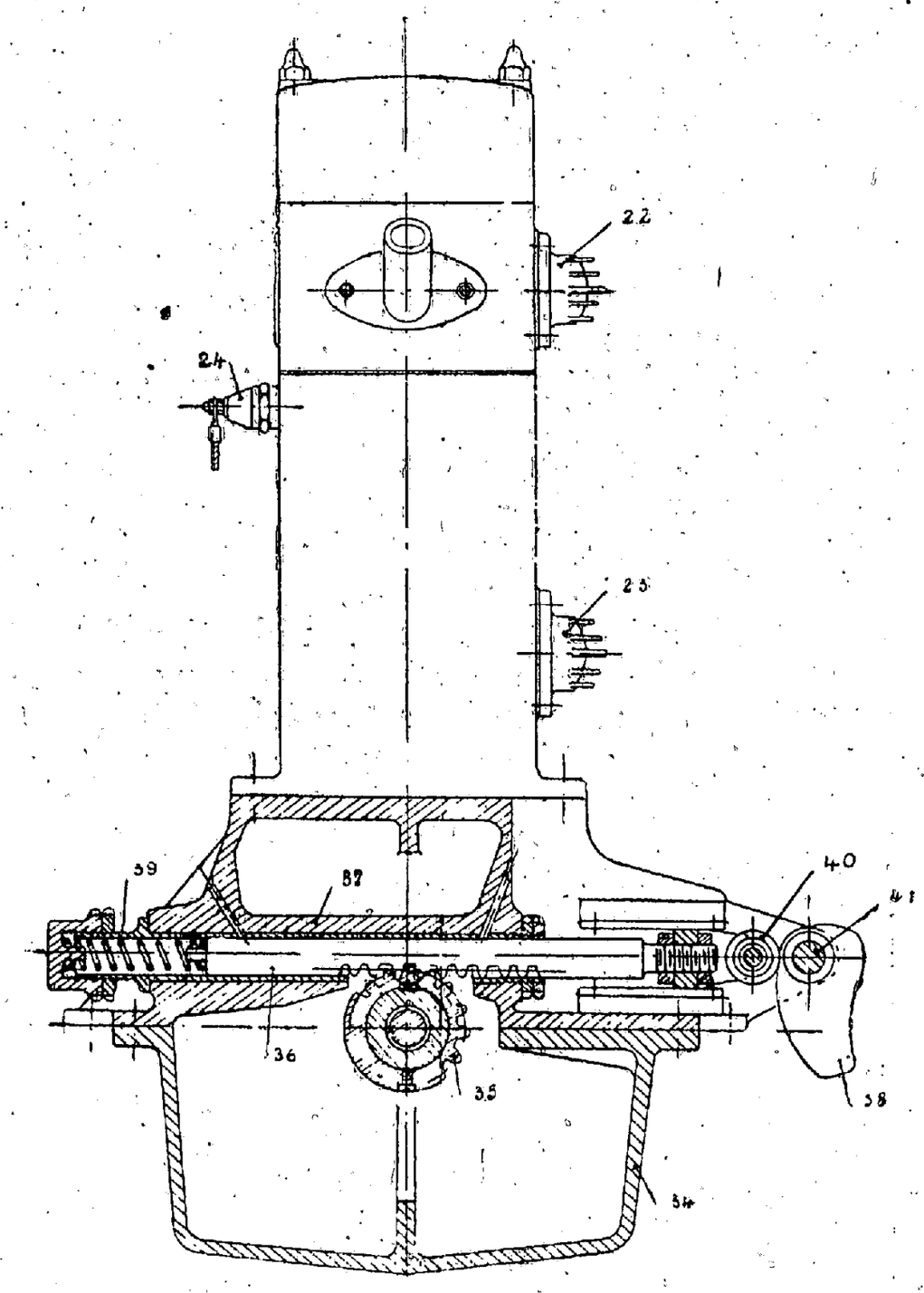


Fig. 179.

par conséquent son inverse, la consommation spécifique.

En l'état actuel de la technique, on ne peut cependant augmenter autant qu'on le voudrait cette compression préalable sans s'exposer à de graves inconvénients, auto-allumages, ou plus souvent détonations dangereuses pour le fonctionnement et pour la conservation des organes. L'emploi de pistons en gradins, l'usage de substances antidétonantes ou anti-oxygènes comme le plomb tétra-éthyl, la méthode, dite de la « turbulence » ne sont encore que des palliatifs, ne permettant d'augmenter que de fort peu la compression préalable pour améliorer le rendement.

C'est donc dans une autre voie qu'il faut rechercher des perfectionnements.

Premier point : Amélioration du rendement mécanique.

De toutes les résistances passives qui viennent grignoter l'énergie d'un moteur, les frottements — et particulièrement les frottements sur les parois latérales du piston et du cylindre — sont les plus gênants.

Or, si le piston frotte latéralement contre le cylindre, cela résulte de l'obliquité de la bielle, le frottement étant d'autant plus énergique que la bielle est oblique, surtout dans le temps où se transmet, par son intermédiaire, l'effort maximum.

Nous allons voir comment on peut réduire à presque rien l'obliquité de la bielle au moment où cet organe reçoit le coup de l'explosion.

Second point : meilleur remplissage du cylindre.

Avec le dispositif usuel, bielle et manivelle, la vitesse linéaire du piston, nulle aux deux points morts, passe par un maximum entre ces deux positions extrêmes. L'écoulement du mélange carburé à travers la soupape d'admission est ainsi contrarié, de sorte que, si l'on fermait cette soupape au moment même où le piston occupe le point bas de sa course, le cylindre serait fort mal rempli. On laisse donc la soupape ouverte pendant une fraction notable de la course de remontée du piston : le courant gazeux, en raison de son inertie, continue à venir se tasser contre le piston.

Malgré cette précaution, on peut calculer et vérifier que, dans les meilleurs moteurs, le cylindre n'est rempli que pour les 85/100 seulement.

A ce défaut de remplissage du cylindre s'ajoute l'inconvénient de la présence de gaz brûlés provenant du cycle de travail précédent, gaz qui sont demeurés dans la capacité comprise entre la culasse du cylindre et le piston qui doit forcément s'arrêter à une certaine distance de cette culasse, cela suivant les errements actuels que l'on peut réformer.

Troisième point : meilleure utilisation de l'énergie du mélange combustible.

Le souci de ne pas dépasser le taux de compression convenable limite impérieusement, dans les moteurs existants, la course d'explosion suivie de détente. Il en résulte que les gaz brûlés sont évacués alors qu'ils sont encore très chauds sous une pression de 4 hectopièzes environ. D'où, deux inconvénients principaux :

Le cylindre — particulièrement la culasse — reste à une température excessive et le fonctionnement du moteur ne peut être assuré qu'à

l'aide d'un refroidissement énergique, généralement obtenu par une circulation d'eau, compliquant le moteur et absorbant de l'énergie ;

En évacuant des gaz qui sont encore à la pression de quatre atmosphères environ, on se prive du travail utile que l'on récupérerait en prolongeant la détente.

Mais existe-t-il un dispositif qui va permettre de réaliser les trois suggestions principales dont nous venons d'indiquer l'importance :

Modération des frottements en diminuant l'obliguité de la bielle ;

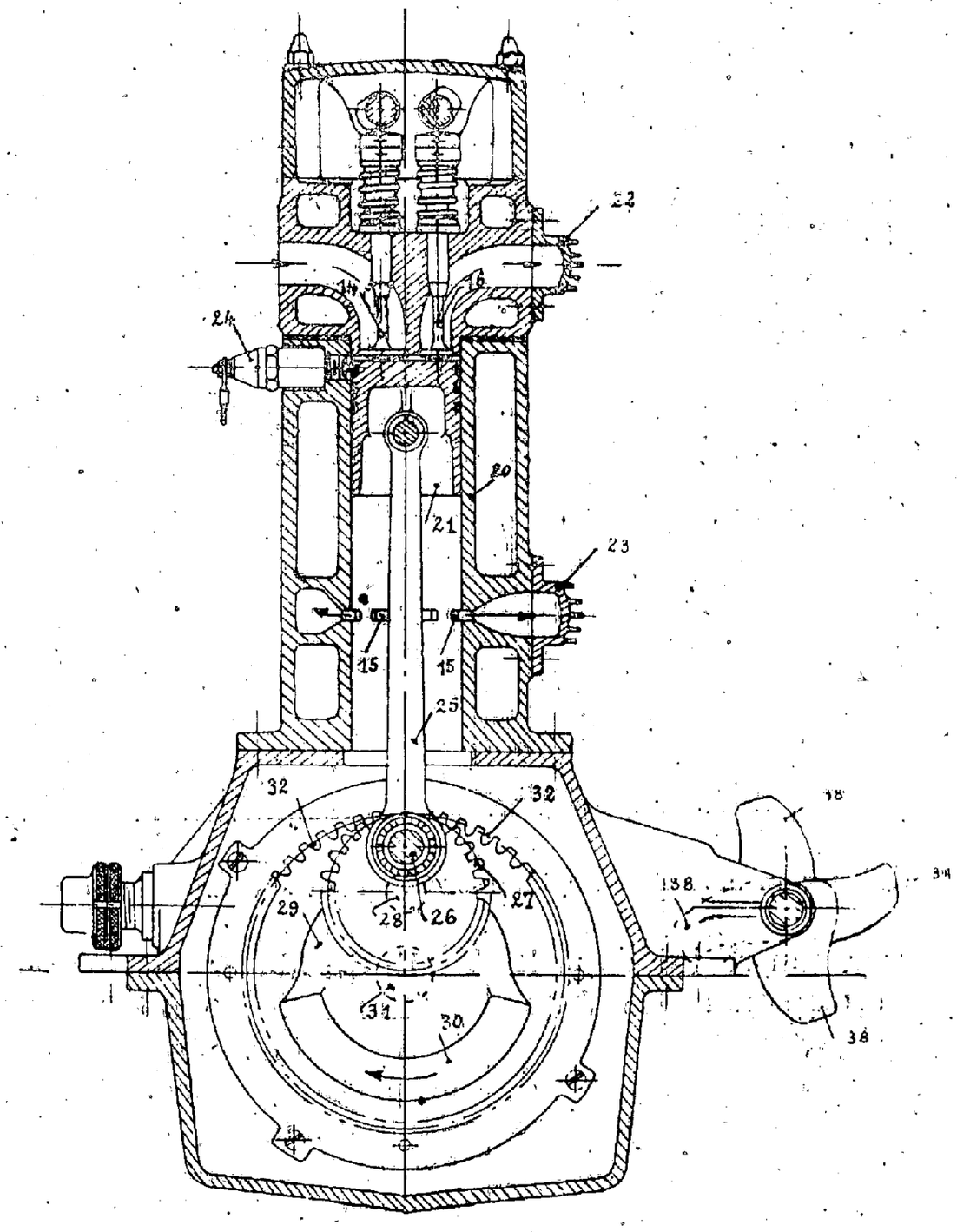


Fig. 180.

Meilleur remplissage du cylindre ;

Utilisation plus complète du mélange combustible dont les produits gazeux ne seront évacués que presque froids et sans pression ?

Le moteur Nau-Touron (dont nous avons sous les yeux la maquette) remplit parfaitement ces trois conditions. Je ne puis décrire ici en détail un mécanisme dont les applications sont beaucoup plus générales. Le principe en est d'ailleurs fort simple et peut même être compris sans figure.

Si, au lieu d'articuler la bielle à une manivelle, on fait agir le pied de bielle sur un maneton faisant partie d'un pignon denté astreint à se déplacer à l'intérieur d'une couronne dentée logée dans le carter, il est facile de vérifier que le lieu géométrique du maneton ne sera plus une circonférence, comme dans les moteurs ordinaires, mais une ellipse (fig. 175). Le grand axe de cette ellipse va constituer la course maximum de notre piston, la moitié du petit axe va nous donner l'obliquité maximum de la bielle.

Et nous aurons satisfait ainsi à la première condition énoncée plus haut.

Les deux autres conditions exigent la déformation de cette ellipse (fig. 176, 177).

Rien n'est plus simple. Il suffit d'imprimer, à l'aide d'une came, à la grande roue dentée (sur laquelle se meut le pignon satellite) des déplacements angulaires convenables. Nous obtenons ainsi la courbe (fig. 178). Ce lieu géométrique du maneton, que l'on peut déterminer à l'aide des principes les plus simples de la cinématique, a été tracé par un crayon installé sur le maneton même de la maquette du moteur Nau-Touron.

C'est à l'aide de cette simple figure que nous allons achever notre démonstration.

1 est le point le plus haut atteint par le maneton qui, dans une première course va descendre franchement vers le bas, puis s'écarter vers la droite en 2 (point d'obliquité maximum de la bieille) pour revenir en 3 sur la verticale du point 1 (axe du cylindre).

Pendant cette course, le piston sera donc descendu d'une longueur égale à 1-3, d'abord très vite, ensuite plus lentement.

Dans sa position initiale, le piston sera tout contre la culasse, ne laissant aucune place pour les gaz brûlés du cycle précédent, et dès qu'il descendra, les gaz frais se précipiteront à sa suite, continuant à se tasser contre lui dans la seconde partie de sa course où son mouvement sera très ralenti.

A partir de 3 et jusqu'à 4, le maneton remontera ; de même, par conséquent, le piston accomplira une course ascendante égale à la différence des niveaux de 3 et de 4. C'est la course de compression.

On voit tout de suite que 4 est plus bas que le point initial 1 ; le rapport des dénivellations 1-3 et 1-4 mesure la compression volumétrique, que nous pourrons d'ailleurs faire varier en modifiant le profil de la came, mais que nous pouvons considérer comme une constante actuellement. Il s'agit simplement de réaliser toujour pour un carburant donné avec une pression et une température ambiantes déterminées, la compression optimum.

Remarquons que nous avons en 4 une sorte de palier, marquant un arrêt très court du mouvement du piston, arrêt qui cependant va permettre à l'explosion de développer ses effets sans qu'il soit nécessaire de recourir à ce que l'on appelle l'avance à l'allumage dans les moteurs ordinaires.

De 4 le maneton va descendre presque verticalement jusqu'en 5 et le piston accomplira simultanément la course utile d'explosion suivie de détente.

On voit tout de suite que :

1° l'obliquité de la bieille pendant cette course, restera très faible ;

2° la course 4-5 est beaucoup plus longue que les courses précédentes d'admission et de compression, ce qu'il fallait obtenir.

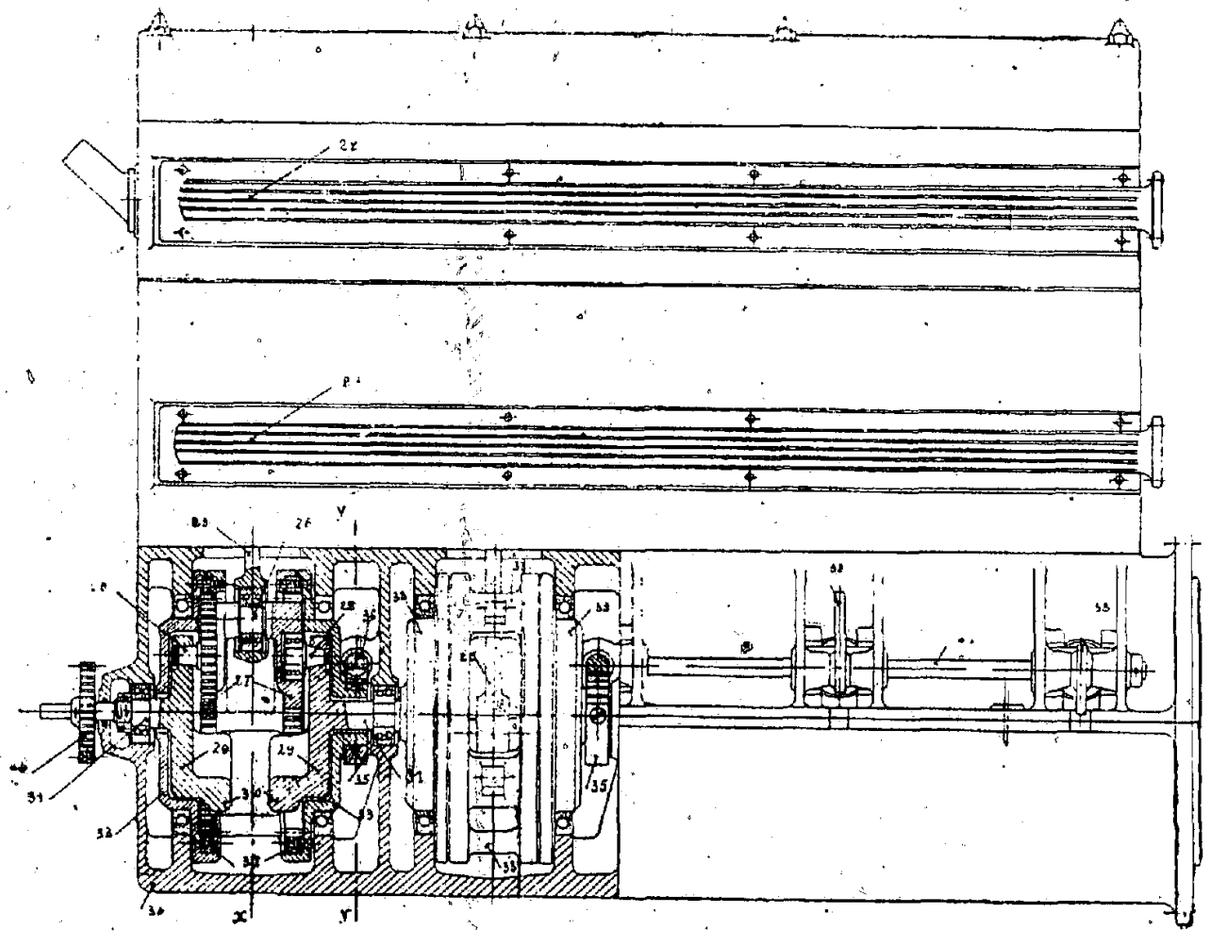


Fig. 131. — Elévation d'un moteur à 4 cylindres Construit suivant le système Nau-Touron.

Enfin de 5, le maneton remonte au point initial et le piston revient contre la culasse.

Au moment où le maneton est arrivé en 5, le piston a découvert de larges orifices pour l'échappement, de sorte qu'il reste peu de gaz brûlés à évacuer par la soupape placée sur la culasse. C'est autant de place qui reste disponible pour la soupape d'admission, laquelle peut être assez large pour assurer, même aux grandes vitesse, le meilleur remplissage du cylindre.

Voilà les points principaux que nous voulions faire ressortir. Quant aux détails du fonctionnement, on pourra les trouver assez facilement à l'aide des figures 179, 180 et 181.

Il nous reste d'ailleurs à montrer l'intérêt primordial que présente le nouveau moteur dans la réalisation des liaisons commerciales aériennes entre New-York et Paris.

Avant d'aborder cette dernière partie de notre article, nous dirons qu'il résulte de calculs très complets et très précis, qu'au sol (sur automobile, par exemple), le moteur en question va procurer 35 % d'économie, cela avec de l'es-

sence courante ; l'économie serait encore plus grande avec des carburants à base d'alcool, qui demandent de plus fortes compressions, ou sur des avions volant à haute altitude, comme nous allons le voir.

Adaptation du moteur Nau-Touron à l'aviation.

Dans un moteur d'aviation (1), le travail produit est proportionnel à la densité de l'air d'alimentation. Il en résulte que, si l'on n'emploie pas un artifice convenable, la puissance va diminuer avec l'altitude.

Le moyen le plus sûr de conserver la puissance c'est d'augmenter la compression du mélange au fur et à mesure que décroît avec l'altitude, la pression initiale de l'air ambiant aspiré.

Une compression variable va ainsi nous procurer trois avantages considérables :

1° *Maintien de la puissance* lorsque l'avion s'élève ;

2° *Amélioration du rendement thermique* en fonction de l'altitude ;

3° *Réduction de la consommation.*

Nous brûlerons d'autant moins d'essence que nous volerons plus haut.

La compression variable, réalisée dans le moteur Nau-Touron, est donc une solution élégante au problème tant recherché du vol aux hautes altitudes.

Et le nouveau moteur, en allégeant d'une manière notable l'approvisionnement d'essence, va permettre d'étendre le rayon d'action d'un avion donné.

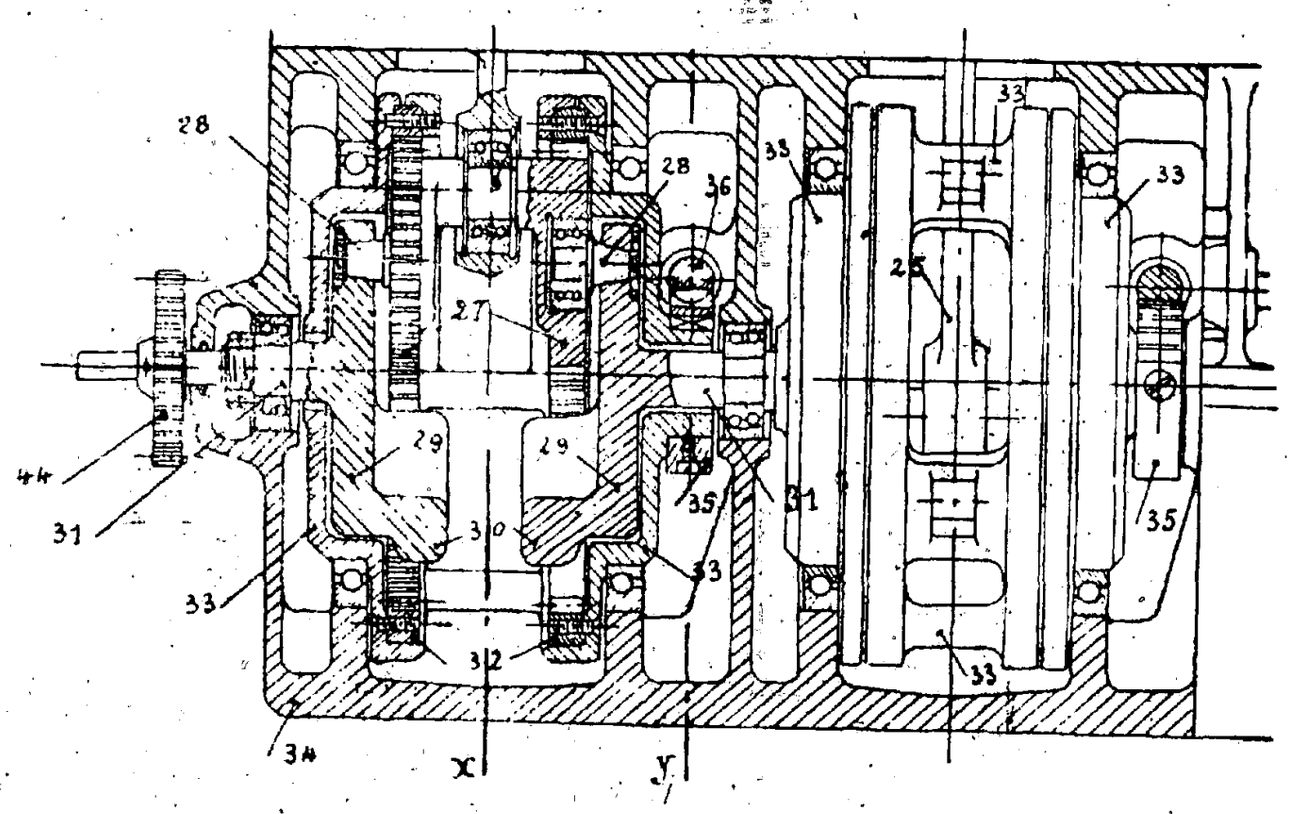


Fig. 182. — Vue partielle en coupe.

L'augmentation du taux de compression ne va pas seulement conserver la puissance, mais va améliorer d'une manière très sensible le rendement thermique du moteur. Ainsi, tout en marchant à puissance constante, nous aurons une réduction importante de la consommation d'essence, au fur et à mesure que nous volerons plus haut.

En effet, l'expression du rendement thermique :

$$R = 1 - \frac{1}{\rho^{0,3}}$$

pour $\gamma = 1,3$

nous indique immédiatement que R s'améliore lorsque la compression volumétrique ρ croît.

Par exemple, à l'altitude de 6.000 mètres, le rendement est de 27 % plus élevé qu'au sol, avec le nouveau moteur évidemment.

Réalisation de la compression variable.

Pour avoir une compression variable, il suffit évidemment de modifier le lieu géométrique du maneton dans la région 4 (fig. 182) et cette modification n'exige qu'une faible variation angulaire du mouvement de l'engrenage à denture intérieure, variation commandée par une petite portion de la came dont il a été question plus haut.

Et il suffit d'avoir une came à profil variable, calée sur un manchon dont le déplacement longitudinal se fera facilement et sans effort pendant la seconde moitié de la course d'aspiration : on a vu que, durant cette période, le piston est à peu près immobile. Rien n'empêche d'ailleurs d'utiliser pour cette commande un petit servo-moteur à la disposition du mécanicien pour les moteurs polycylindriques.

Les considérations qui précèdent ne sont pas seulement des vues théoriques intéressantes ; elles se rapportent à un moteur français dont la

(1) V. Les moteurs d'Aéronautique, Eyrolles, éditeur ; Les moteurs à explosion, Collection Armand Colin.

maquette est construire et dont tous les calculs ont été établis d'après les résultats pratiques obtenus sur les moteurs à explosion ordinaires. La mise au point de ce merveilleux engin peut se faire très rapidement, et nous espérons ainsi que notre pays va reconquérir la première place dans les constructions aéronautiques.

Edmond MARCOTTE,
Ancien Chef du Service des Ateliers de Moteurs de l'Aviation Militaire,

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Les halos du mica. — Les halos en forme de noyaux sphériques qu'on relève dans certains échantillons de mica, sont depuis longtemps signalés par les minéralogistes. Selon le Prof. Joly, ces halos auraient une origine radioactive.

On sait que le rayonnement alpha des substances radioactives est constitué par des particules matérielles, identifiée avec des atomes d'hélium positivement chargés. A partir de leur point d'émission, les particules alpha n'ont qu'un parcours limité, car sur leur trajectoire, elles arrachent des électrons aux molécules qu'elles rencontrent, et les chocs successifs finissent par ralentir assez leur vitesse pour que l'ionisation qu'elles provoquent cesse d'être perceptible.

Supposons avec Joly, qu'initialement le mica ait présenté une petite inclusion d'uranium, élément qui, au cours des temps, a engendré toute sa lignée de descendants radioactifs, de l'ionium au polonium en passant par le radium. Au début de cette filiation, le parcours des particules alpha émises augmente avec l'ordre de postérité jusqu'au radium C, pour lequel il atteint le maximum de toute la suite. D'après Joly, sous l'influence des rayons alpha, le mica se colorerait, et cela d'autant plus que l'ionisation serait plus intense, c'est-à-dire en chaque cas au voisinage de l'extrémité du parcours. D'où, sur tout plan autour de l'inclusion initiale, la production d'une série d'anneaux circulaires, dont le rayon correspondrait au parcours des particules, le plus grand rayon étant imputable au radium C.

La mesure de ces anneaux a donné des résultats en bonne concordance avec les mesures directes faites du parcours dans le mica des diverses particules alpha connues. Il y a toutefois exception pour certaines valeurs qu'on ne parvient pas à interpréter, et que peut-être il faudrait attribuer à l'action de l'actinium, élément susceptible d'avoir été inclus avec l'uranium, son isotope.

S. V.

Radioélectricité

La radiotéléphonie de diffusion. — Dans une étude récente du Commandant Julien (*Bulletin de la Société d'encouragement à l'Industrie nationale*, juillet-août-septembre 1926), on trouve d'intéressants renseignements sur la radiotéléphonie de diffusion (broadcasting) qui est actuellement l'une des applications les plus importantes de la radiotéléphonie.

1. Les premiers essais de radiodiffusion ont été faits en Europe par le poste de la Tour Eiffel, en 1921. La puissance mise en jeu, limitée d'abord à 600 w., a été portée ensuite à 5 kw. La longueur d'onde utilisée est celle employée normalement par ce poste pour les émissions d'intérêt général, 2.650 m.

Peu après, la station de la Compagnie française de Radiophonie, établie à Levallois-Perret, commençait des émissions avec une puissance voisine de 2 kw. sur une longueur d'onde de 1750 m. Cette station a été ensuite transférée à Clichy-Levallois et sa puissance portée à 10 kw. (émissions Radio-Paris). Enfin, dans le but d'expérimenter l'emploi d'ondes plus courtes, l'Ecole supérieure des Postes et télégraphes a créé, en 1923, une station d'une puissance de 500 kw. utilisant des ondes de 450 m. Quelques stations régionales ont été installées soit par l'Administration des P.T.T., soit par des compagnies privées.

2. Pour diverses raisons, on utilise en radiodiffusion des ondes relativement courtes. Les stations puissantes, à grand rayon d'action, sont réglées, en général, sur des ondes de l'ordre de 1.000 à 3.000 m. au plus (Tour Eiffel, 2.650; Radio-Paris, 1.750; Daventry, 1600; Königswüsterhausen, 1.300 m.) et les stations d'intérêt purement régional sur des ondes de l'ordre de 200 à 1.000 m. (Poste des P.T.T., 458 m.; Poste du *Petit Parisien*, 333 m.; Londres, 365 m.; Lausanne, 850 m., etc.).

D'autre part, l'émission de haute fréquence doit être pure, c'est-à-dire autant que possible sans harmonique, sinon les harmoniques des stations à ondes longues viennent brouiller les émissions des stations à ondes courtes. Par exemple, l'harmonique 6 du poste de la Tour Eiffel $\frac{2650}{6}$ = 441 m. est très voisin de l'onde d'émission du poste des P.T.T. 458 m.

Pour réaliser cette condition, l'antenne, au lieu d'être intercalée directement dans les circuits générateurs d'oscillations, doit être montée en couplage lâche par induction avec ceux-ci.

3. La valeur des émissions d'une station de radiodiffusion dépend essentiellement du microphone et des appareils d'amplification employés, ainsi que de l'organisation de la salle de transmission ou studio.

Les microphones à grenaille de charbon, du type ordinaire, donnent presque toujours un souffle parasite dû à l'instabilité de la résistance de contact des granules de charbon. En outre, la membrane n'est pas apériodique et résonne aux environs de 1.000 périodes, ce qui entraîne un renforcement des harmoniques de cette fréquence et une déformation systématique de la modulation. Aussi les microphones à charbon, qui sont encore couramment employés dans les stations de radiodiffusion, sont-ils construits d'une manière toute spéciale.

Un microphone, construit par la Western Electric Co, en service dans les postes de la Tour Eiffel, des P.T.T., du *Petit Parisien*, etc., comporte deux capsules microphonique; une de chaque côté de la membrane vibrante. L'une des faces devant laquelle on parle est plus sensible que l'autre. Dans ces conditions, la grenaille d'une capsule est comprimée, tandis que le jeu se trouve augmenté dans l'autre.

Les déformations dues à la qualité du charbon sont ainsi

éliminées par effet différentiel. En outre, la membrane vibrante M est très tendue, de manière à ne résonner que vers 10.000 périodes, c'est-à-dire au-delà des fréquences audibles.

Ce microphone est très fidèle, mais laisse subsister un souffle parasite parfois gênant.

On signale aussi un nouveau microphone à charbon en essai dans diverses stations, microphone non différentiel où la pastille est constituée par un mélange de poudre de charbon dont les grains sont de diamètres différents, adaptés aux diverses fréquences, les plus lourdes aux fréquences basses, les plus légers aux fréquences élevées. Ce microphone serait très sensible et ne donnerait pas de bruit de fond.

Bien d'autres types de microphones ont été essayés dont les résultats sont plus ou moins encourageants sans qu'aucun paraisse jusqu'ici donner entière satisfaction. Il y a là un sérieux progrès à réaliser.

La salle de transmission, ou studio, où sont installés les microphones et les instruments de musique, est, en général, éloignée de la salle d'émission, de manière à éviter les réactions des ondes modulées sur les circuits du microphone et des amplificateurs. Elle doit être spacieuse (9 m. sur 5 m. au minimum) et aménagée de manière à réduire autant que possible l'effet sur le microphone des réflexions sonores dues aux parois.

Le plafond et les murs devront être tapissés d'étoffe non tendue, suspendue à 10 cm. des parois. Il est bon même de remplir d'étoupe et de coton l'espace entre l'étoffe et la paroi. Le plancher doit être recouvert d'un tapis assez épais pour étouffer complètement les pas. La porte doit être doublée et capitonnée. En outre, la place du microphone (généralement suspendu à une potence élastique), celle du speaker (à environ 1 m. en face du microphone), la disposition des instruments de musique et des musiciens dans la salle, doivent-elles être soigneusement étudiées.

Les amplificateurs doivent être installés, dans une salle spéciale contiguë au studio et protégée contre les bruits afin d'éviter l'excitation des lampes amplificatrices.

Les mêmes précautions doivent être autant que possible observées lors d'installations dans les salles publiques où l'on tend de plus en plus à aller recueillir, pour les diffuser, toutes sortes de manifestations d'intérêt général : concerts, représentations théâtrales, conférences, banquets, réunions sportives, services religieux, etc. Dans chaque cas, le choix et la disposition des microphones ont été étudiés. Dans la transmission d'un opéra, par exemple, on dispose le long de la rampe plusieurs microphones qui sont mis en action progressivement, soit séparément soit simultanément, par un opérateur artiste connaissant la partition.
par un opérateur artiste connaissant la partition.

A Bc.

Paléontologie

Découverte de Mammifères Euthériens dans le Crétacé. — Une notion fondamentale de Paléontologie stratigraphique paraissait définitivement acquise jusqu'à ces derniers temps : la brusque apparition au début de l'ère tertiaire des Mammifères Euthériens s'épanouissant de suite en de nombreux rameaux au commencement de l'Eocène, tandis que se manifestait le déclin si marqué des Mammifères Métathériens, représentés désormais presqu'exclusivement par les Marsupiaux d'Australie.

A la vérité, cette coupure si nette dans l'évolution des Vertébrés terrestres semblait un peu factice à un examen critique approfondi. Un Marsupial actuel d'Australie, possédant un placenta, le groupe auquel il appartient ne saurait mériter, d'une façon absolue, le qualificatif d'*Aplacentaires*, que lui attribuent de nombreux naturalistes. D'autre part, l'étude systématique de la dentition des Mammifères de l'Eocène inférieur de nos contrées révèle la physionomie *didelphoïde*, c'est-à-dire comparable à celle des Marsupiaux d'Amérique, les Sarigues, d'une série d'Euthériens des temps tertiaires : Insectivores Zalambdodontes, Carnivores Créodontes. Parmi ces derniers s'individualisent trois groupes, dont les affinités sont révélées par les épithètes de centétoïdes, didephoïdes et lémuroïdes, appliquées à chacun d'eux. Les Créodontes centétoïdes rappellent, par les caractères des molaires, comme leur nom l'indique, les *Centetes* ou Hérissons de Madagascar, qui se rangent parmi les Insectivores Zalambdotontes typiques. Les Créodontes didelphoïdes sont de tous ces Mammifères ceux dont la morphologie dentaire se rapprochent le plus des Marsupiaux. Enfin, les Créodontes lémuroïdes possèdent des dents comparables à celles des Primates archaïques ou Lémuriens de Madagascar (Makis).

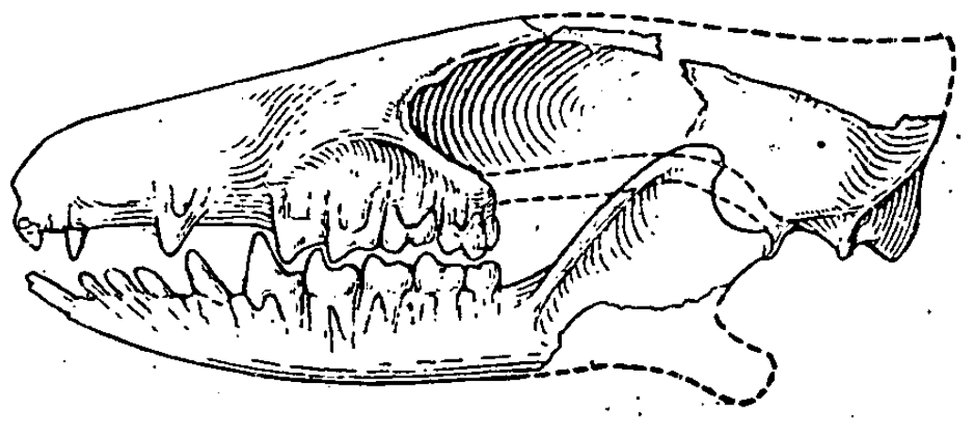


Fig. 183. — *Zalambdalestes Lechei*, Insectivore Zalambdonte. Crétacé moyen de Mongolie, formation de Djadolchation. Crâne et mâchoires vus de profil × 2

De l'ensemble de ces données paléontologiques se dégage cette notion de la convergence des caractères des groupes de Mammifères Euthériens archaïques, dès le début de leur évolution, à l'aurore des temps tertiaires. Le faciès *synthétique* de ces animaux, au commencement de l'Eocène, est particulièrement bien réalisé chez les Insectivores Zalambdodontes. Nombreux sont les types d'animaux qui, par certains traits, font songer à ce groupe à faciès primitif: j'ai déjà cité les Créodontes centétoïdes ou Acréodontes (Mésonychidés); je citerai encore le plus ancien Cétacé, *Pappocetus* de l'Eocène inférieur de l'Afrique occidentale.

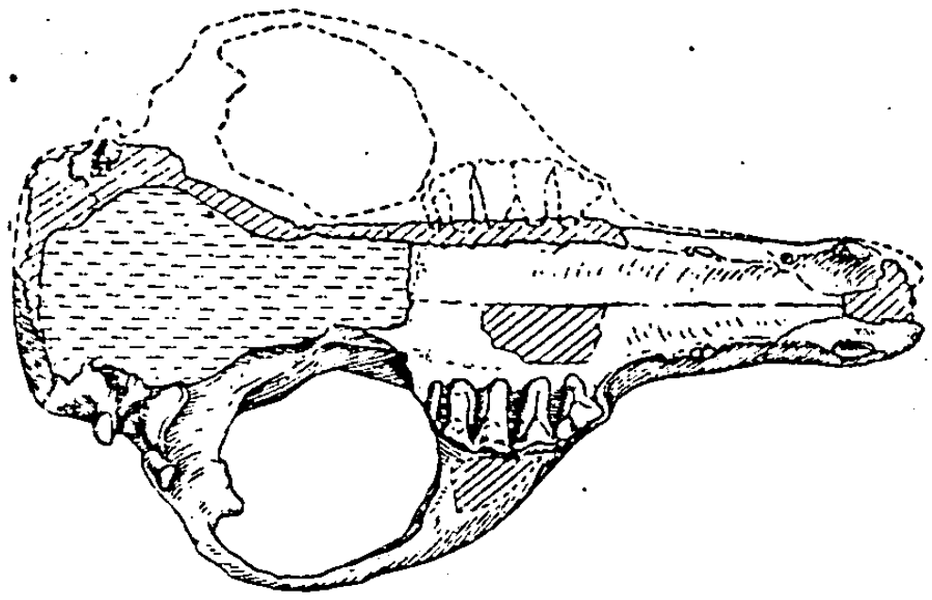


Fig. 184. — *Zalambdalestes Lechei*. Crâne vu par la face palatale × 2

Or, c'est précisément à ce groupe des Zalambdodontes que se rattache étroitement un Euthérien récemment découvert dans la formation de Djadokhta (Crétacé moyen) de Mongolie, *Zalambdalestes Lechei* W. K. Gregory et G. G. Simpson (fig. 183 et 184). Le simple examen comparatif des figures du crâne de ce Mammifère et du plus ancien Zalambdotonte précédemment connu, *Palœoryctites puer-*

censis W. D. Matthew du Paléocène (Montien) du Nouveau Mexique (formation de Torrejon) suffit à convaincre le paléontologiste de la parenté de ces deux types d'Insectivores (fig. 185 et 186). *Palœryctites* a été classé par W. D. Mat-

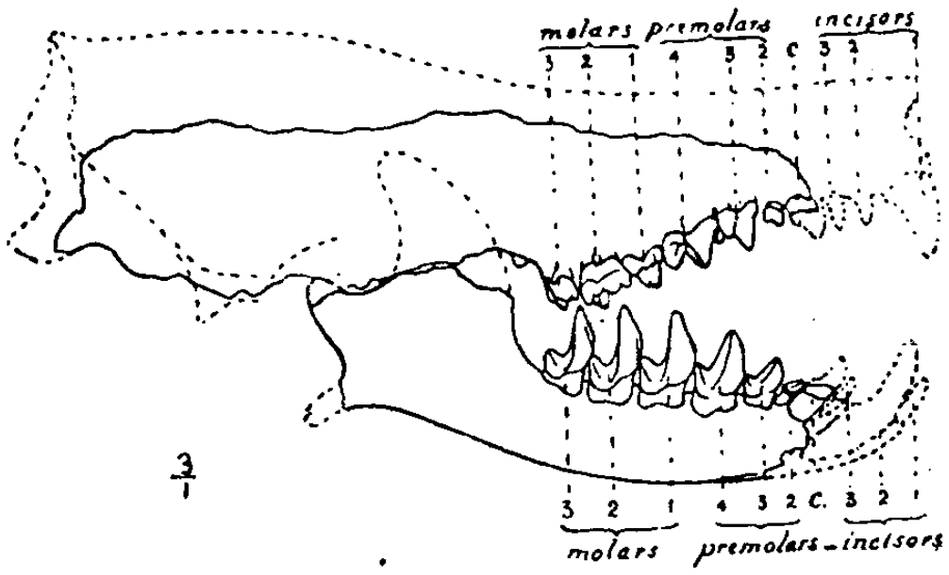


Fig. 185. — *Palœryctes puercensis*, Insectivore Zalambdonte, Paléocène du Nouveau Mexique, formation de Torrejon. Crâne et mâchoires vus de profil × 3

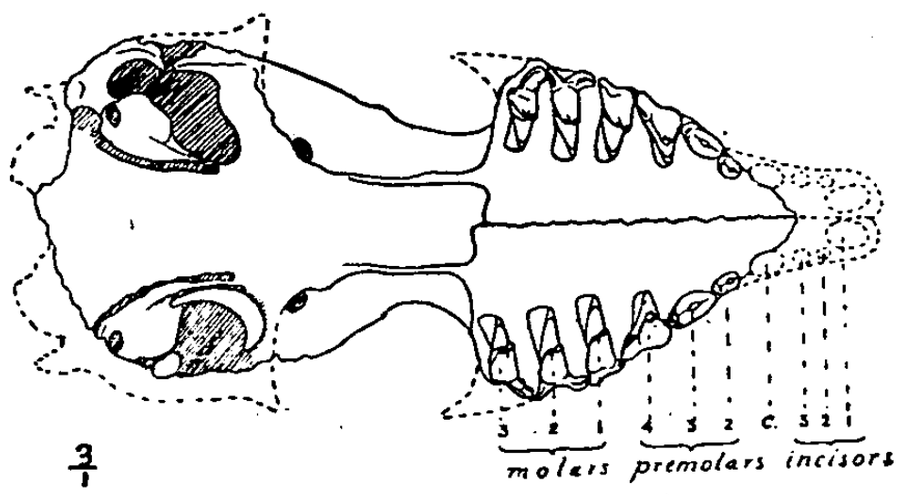


Fig. 186 — *Palœoryctes puercensis*. Crâne vu par la face palatale × 3

thew dans la famille des Centélés, représentée dans l'Oligocène inférieur du Montana (centre des Etats-Unis), par

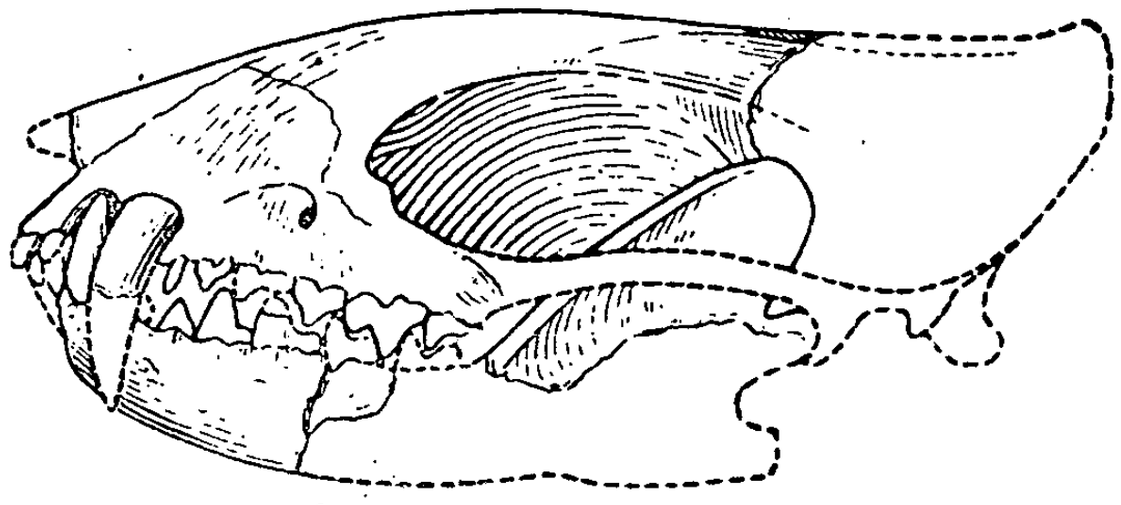


Fig. 187.
Deltatheridium petrituberculare. Insectivor archoïque. Crétacé moyen de Mongolie, formation de Djadokhta
Crâne et mâchoires vus de profil 2.

Apternodus et *Micropternodus*, puis, dans la nature actuelle, par *Solenodon*, de Cuba et de Haïti, ainsi que par les Tenrecs de Madagascar.

A côté des restes de *Zalambdalestes* ont été trouvés, dans la formation de Djadokhta, des crânes de trois autres Insectivores, *Deltatheridium pretrituberculare*, *Delthatheroïdes cretacicus* et *Hyotherium Dobsoni* W. K. Gregory et G. G. Simpson, qui, étroitement apparentés entre eux, forment la famille des Deltathéridiidés. Le troisième de ces genres, par la forme de ses molaires, canines et incisives, confine à *Zalambdalestes;* au contraire, le premier, par la morphologie de ses prémaxillaires et maxillaires, est tout à fait comparable au Marsupial d'Amérique, *Didelphis*, et aussi à un type de l'Eocène inférieur nord-américain (*Didelphodus*, de la formation de Wasatch : Sparnacien).

Ainsi s'affirme l'intime liaison génétique des Marsupiaux et des Insectivores Zalambdotontes. L'aire de dispersion, largement disjointe aujourd'hui, des Centétidés des Grandes Antilles et de Madagascar, se raccorde donc dans le passé par le centre du continent sino-sibérien. Ces antiques connexions terrestres nous reportent au milieu du Crétacé. La formation de Djadokhta est précisément celle où la mission de l'American Museum a découvert, au Nord du désert de Gobi, des squelettes et des pontes d'un Dinosaurien cornu archaïque, *Pentaceratops Andrewsi*. Attribués tout d'abord par les géologues américains au Crétacé inférieur, ces dépôts ont été reportés par moi, dans la *Revue Scientifique* du 28 février 1925, au Crétacé moyen. Dans un de ses derniers articles G. G. Simpson y voit même une assise de base du Crétacé supérieur.

Avec les crânes d'Insectivores Zalambdalestidés et Deltathéridiidés, a été trouvée une tête de Mtathérien Multituberculé. On sait que de tels Mammifères se rencontrent dans les gisements triasiques, jurassiques et crétacés de l'Europe et de l'Amérique du Nord, où ils représentent les Marsupiaux actuels d'Australie : ils persistent d'ailleurs en petit nombre dans l'Eocène inférieur de la France, du Montana et du Nouveau-Mexique. Dans l'hémisphère sud, les Multituberculés ont été signalés de la base de la série tertiaire de Patagonie et du Trias de Karoo (Afrique du Sud) : sur ce dernier point ils sont seulement connus d'après le genre *Tritylodon*, souvent comparé aux Reptiles Cynodontes. Or, c'est précisément de ce dernier type que se rapprocherait plus spécialement *Djadochtatherium Matthewi* G. G. Simpson de la formation de Djadokhta. Les analogies du nouveau Mammifère de Mongolie porteraient également d'ailleurs sur les genres *Plagiaulax* (Jurassico-crétacé d'Angleterre); *Ctenacodon* (Jurassique supérieur du Wyoming) mais surtout *Ptilodus* et *Polymastodon* (Paléocène du Nouveau-Mexique et du Montana), qui sont tous des Multituberculés.

L'association, dans une même couche du Crétacé de Mongolie, de formes affines de Mammifères triasiques de l'Afrique du Sud et de Mammifères actuels de Madagascar, vient confirmer le caractère éminemment archaïque de ces derniers : des relations terrestres entre les continents africano-brésilien, indo-malgache, sino-sibérien et nord-

atlantique ont donc existé vers le milieu des temps crétacés, au moins d'une manière discontinue.

La formation de Gashato, superposée, en concordance, à l'horizon de Djadokhta, a présenté aux explorateurs de

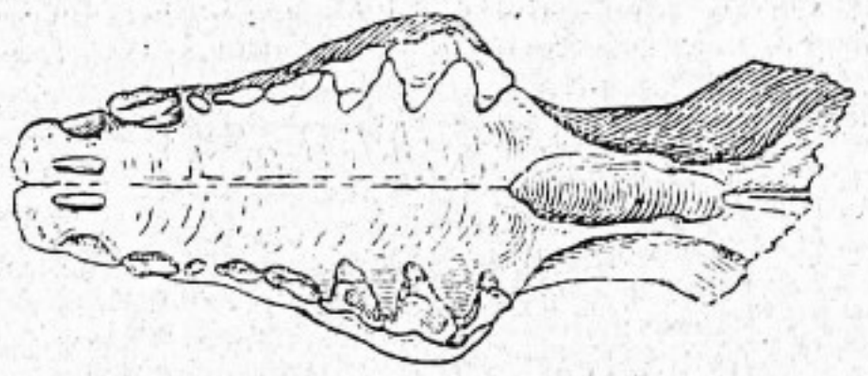


Fig 188. — *Deltatheridium petriluberculare*. Crâne vu par la face palatale × 2.

l'American Museum, des Mammifères de groupes variés : un Multituberculé, *Prionessus lucifer*, rappelle *Polymastodon* ; un Rongeur, *Baënomys ambiguus*, se classe non loin des Léporidés ; un Notoongulé, *Palæostylops iturus*, serait apparenté à *Arctostylops* de l'Eocène inférieur nord-américain (Wasatch) et subsidiairement à *Notostylops* du Paléocène de Patagonie. Puis apparaissent des types de position systématique moins bien établie. Un Insectivore Ménotyphle, *Eurymylus laticeps* assez proche des Plésiadapidés ; un Ongulé Condylarthre, *Phenacolophus fallax* qui fait songer aux Entelonychiens sud-américains ; un Créodonte, *Hyracolestes ermineus* et peut-être même un second représentant du même ordre, *Sarcodon pygmæus*.

W. D. Mattkew et W. Granger classent dans le Paléocène cette faune de Gashato, qui serait ainsi contemporaine de notre Montien, du Notostylopéen de Patagonie, des formations de Puerco et Torrejon des Etas-Unis. Des connexions assez étroites existaient donc alors entre les deux Amériques et le centre de l'Asie.

L. Joleaud,
Professeur à la Sorbonne.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Optique

La Stroboscopie et ses applications. — L'œil, instrument très imparfait, ne peut suivre les mouvements rapides, notamment ceux des organes des machines modernes. Si l'on examine un trait sur un disque tournant de plus en plus vite, il arrive bientôt un moment où les impressions produites par ce trait sur la rétine viennent se confondre en une plage grisâtre.

Il est intéressant cependant de pouvoir surveiller le mouvement des organes, particulièrement de ceux qui tournent vite. Les soupapes des moteurs à explosion, qui suivent parfaitement le profil des cames lorsque la vitesse est modére, peuvent abandonner ce profil à des allures plus vives, comme celles que l'on emploie maintenant : 3.000 tours à la minute; la rupture d'une magnéto tournant à 4.000 tours peut avoir des ressauts gênants.

Dans ces conditions, comment exercer un contrôle optique efficace ?

Tout étant plongé dans l'obscurité, faisons jaillir — exactement à chaque tour — un éclair; nous verrons les organes comme s'ils demeuraient immobiles, vision précieuse mais qui ne peut suffire à l'étude des différentes phases du mouvement.

Pour cela, il suffit de lancer l'éclair, non exactement à chaque tour, mais avec une certaine avance régulière.

Soit un disque faisant 100 tours par seconde et supposons que la fréquence des éclairs pendant le même temps, soit 99. Un premier éclair ayant donné une image dans une certaine position, le second éclair donnera une image faisant un certain angle avec la première et ainsi de suite; cet angle entre deux images successives représente la rotation du disque pendant :

$$\frac{1}{99} - \frac{1}{100} = \frac{1}{9900} \text{ seconde}$$

et comme le disque fait 100 tours par seconde, l'angle en question vaut $\frac{1}{99}$ de tour.

Ainsi, entre deux éclairs successifs séparés de 1/99e de seconde, le disque paraîtra faire 1/99e de tour, c'est-à-dire marcher à la vitesse d'un tour par seconde, vitesse 100 fois plus faible que la vitesse réelle.

D'une manière générale, N étant la fréquence des éclairs, N′ le nombre de tours par seconde, le disque ou l'organe quelconque qui le remplace aura une vitesse apparente de N′—N par seconde.

Si N=N′, l'objet semble au repos. Donc si l'objet paraît immobile N′=N ou un multiple de N (mais l'indétermiantion est facilement levée en pratique). Pour mesurer une vitesse de rotation, il suffit donc d'éclairer tout simplement l'objet à l'aide d'un stroboscope.

Fig. 189. — Le Strobotachy (petit stroboscope)

La vision directe, au ralenti, des organes en mouvement est beaucoup plus intéressante. Plateau, en 1883, faisait ses observations à l'aide d'un disque muni de tours. M. Guillet, le premier, réalise pour son laboratoire un appareil

vraiment pratique dont M. Charron s'inspira pour faire construire, par la maison Henry Lepaute, un appareil industriel éclairé par une lampe portative au néon.

Cet appareil consiste essentiellement en une corde vibrante dont le mouvement est entretenu électriquement à l'aide d'une batterie de quelques éléments. Le point délicat était d'éviter toute perturbation dans la période propre de la corde : le contact d'entretien a été placé au point d'amplitude minimum et une vis micrométrique permet de le régler facilement.

Par degrés insensibles on peut faire varier la fréquence de la corde de 16 à 200 périodes par seconde; il suffit d'agir sur une vis de tension dont la tête porte directement la graduation indiquant la fréquence correspondante.

Dans ses mouvements, la corde ouvre et ferme le circuit primaire d'une bobine dont le secondaire alimente un lampe au néon que l'on peut placer à proximité de la pièce à étudier; cette lampe baladeuse au néon a été spécialement étudiée par M. Georges Claude.

On peut étudier au ralenti les mouvements : d'un disque entraîné par un petit moteur électrique, d'un gros œuf d'aluminium mis en mouvement dans un champ tournant, d'un diapason entretenu électriquement etc.. mais nous voulons surtout signaler les applications industrielles du stroboscope.

Dans les ateliers de mise au point des moteurs à explosion, cet instrument permet de vérifier les mouvements des soupapes aux différents régimes de vitesse, notamment de voir si les poussoirs suivent bien le profil des cames; d'étudier les effets dus à l'inertie ou à l'insuffisance des ressorts, tels que le retard de la chute des soupapes par rapport aux poussoirs; de voir les vibrations propres de certaines spires des ressorts, causes fréquentes des ruptures.

Remplaçant les faces longitudinales d'un carter par une paroi vitrée, on observera au ralenti le vilebrequin et les têtes de bielle, on pourra s'apercevoir de certaines vibrations parasites, se rendre compte de la manière dont la circulation d'huile est assurée, noter les pièces trop lubréfiées et celles qui le sont insuffisamment.

On étudiera de même : le fonctionnement d'une boîte de vitesse, les ressauts du rupteur de magnéto au passage des cames, les irrégularités et les vibrations des roulements à billes, les vitesses des bielles par rapport à la bague centrale.

Il est possible, de mesurer la torsion d'un arbre à l'aide de disques placés aux extrémités et marqués de traits dans le même plan. En marche, l'un des disques, éclairé par la baladeuse au néon,peut montrer un trait qui semble immobile et fixé dans sa position initiale; si l'on éclaire l'autre disque avec une baladeuse montée en série sur le même stroboscope, on fixera un second trait dans un autre plan et l'angle de ce trait par rapport au premier sera l'angle de torsion.

Dans l'industrie du textile, cet instrument permet la mesure des vitesses des broches et des fuseaux et des différences qui peuvent provenir du glissement des courroies.

Mais pour la surveillance des métiers à filer on peut employer l'*oscilloscope*, appareil entraîné par un jeu d'engrenages commandé par l'un des arbres de la machine; les éclairs de la lampe au néon sont ainsi commandés par la machine elle-même de sorte que toutes les broches doivent paraître immobiles, toute apparence de mouvement indique un glissement dont on peut mesurer la valeur.

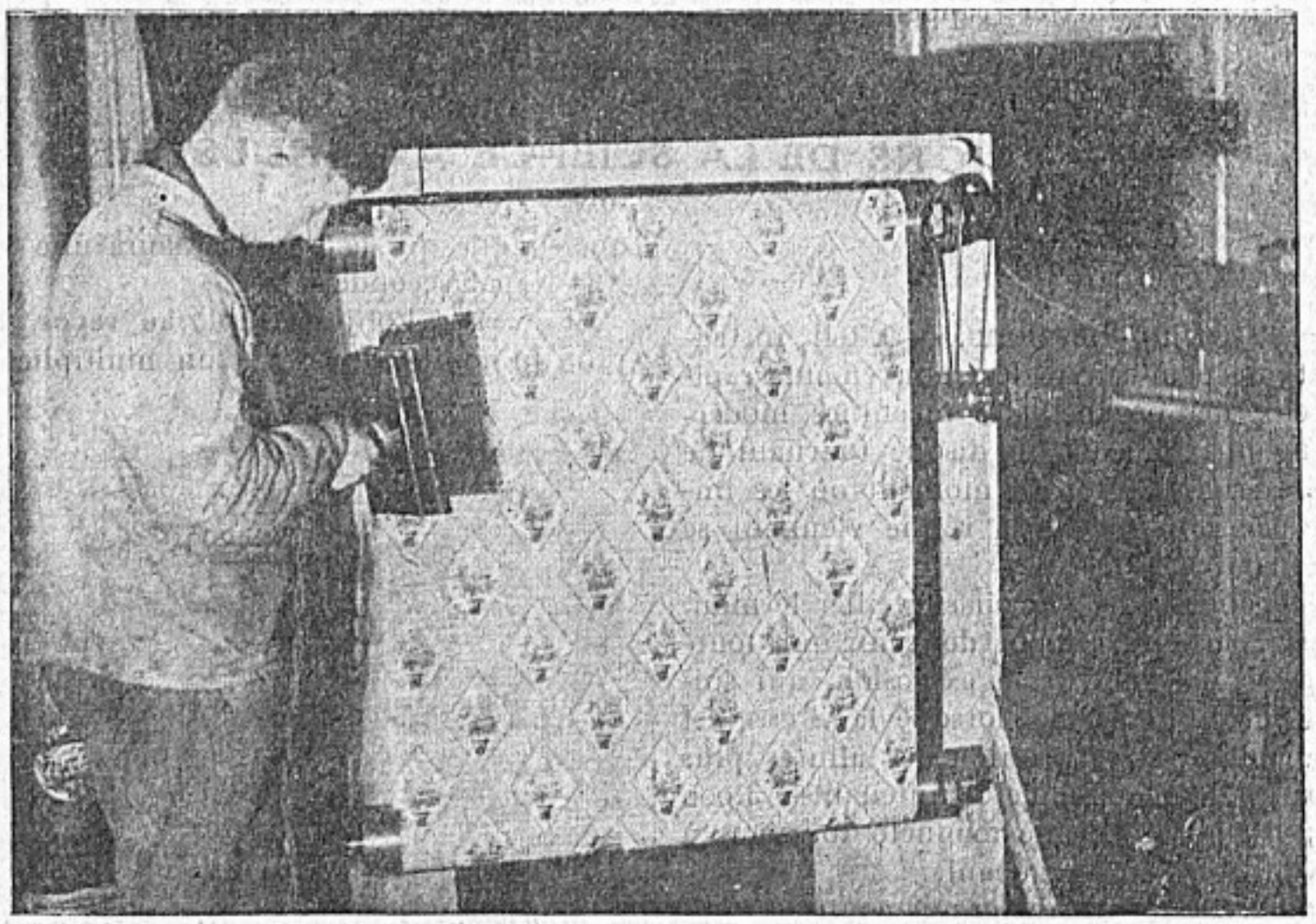


Fig. 190. — Contrôle de l'impression sur tissus ou sur papiers à l'aide du stroboscope.

Le stroboscope permet encore : l'étalonnage précis des compteurs électriques, des fréquencemètres, des oscillateurs à basse fréquence, la mesure du glissement des moteurs asynchrones.

Voici, par exemple, comment on peut étalonner un fréquencemètre avec la précision d'un diapason.

On entretient directement les vibrations de la corde à l'aide du courant alternatif dont on veut mesurer la fréquence F. Quand la corde se meut en résonance à son amplitude maximum, la fréquence de la lampe au néon est double de celle du courant; si on éclaire un diapason qui vibre à la fréquence 2F, il paraît immobile, sinon, on compte le nombre d'oscillations apparentes, que l'on ramène à la seconde et que l'on divise par deux pour avoir la différence des fréquences F′—F entre le diapason et le courant.

On imaginerait, évidemment, d'autres applications de ce

merveilleux petit instrument à l'aide duquel on peut suivre les organes en rotation ou en vibrations rapides sans passer par le ralenti cinématographique.

EDMOND MARCOTTE,
Ingénieur-Conseil.

Mines

Les mines du Maroc oriental. — En dehors des exploitations de phosphate, les mines du Maroc occidental sont encore bien moins activement mises en valeur que celles du Maroc oriental. Dans cette dernière contrée les travaux de recherches du sous-sol comptent déjà, en effet, une douzaine de chantiers.

Plomb. — Le plomb est exploité dans les régions d'Oudjda, de Berguent, de Figuig, de Colomb-Bechar et de Midelt. La Compagnie Royale Asturienne des Mines est installée au S.-E. d'Oudjda (Hassi Touissit, Sidi Raho, Djebel Mahsseur, Sidi Aissa) et au S. de Midelt (Titaouine, Djebel Ayachi). La Société Minière des Zellidja s'occupe des périmètres entre Oudjda et la frontière algérienne (Zellidja, Sidi Raho, Sidi Amar, Tiouli, Sidi Bou Beker, Hagga). La Compagnie Métallurgique et Minière Franco-Marocaine possède une mine entre Berguent et Debdou, à Sidi Lassen, près du Mekam. La Société des Mines de Bou Arfa est propriétaire des gisements de Bou Arfa et de Djaifa entre Berguent et Figuig. M. Reynaud est titulaire d'un permis de recherche au djebel Melias, à la frontière, près de Beni Ounif. La Société des Mines de Bou Dahar a ses chantiers à Beni Tadjit et Beni Bassia, au Nord de Bou Denib. Enfin la Société des Mines d'Aouli, filiale de la Société Minière de l'Afrique du Nord, est établie à Aouli et Amibladen entre Midelt et Ksabi.

Dans les zones exploitées vers Oudjda, Buerguent Debdou, Midelt par la Compagnie Royale Asturienne des Mines, la Société Minière de Zellidja, la Compagnie Métallurgique et Minière Franco-Marocaine et la Société des Mines d'Aouli, le plomb est argentifère : il arrive à une teneur en argent de 2 k. 500 à la tonne au Mekam. A Bou Arfa, le plomb est accompagné de cuivre, de fer et de manganèse, ce dernier minerai étant seul exploité. A Beni Bassia, la calamine est associée au plomb.

Jusqu'à présent des travaux importants de recherche de plomb m'ont été faits qu'à Sidi Raho et Hassi Touissit (Cie Asturienne), Zellidja, Sidi Lassen (Cie Franco-Marocaine) Beni Tadjit et Beni Bassia (Bou Dahar), Aouli.

L'évacuation des produits se fait par la gare d'Oudjda pour les chantiers de la Cie Asturienne, distants de 30 à 50 kilom., pour ceux de la Société de Zellidja, éloignés de 32 km., pour ceux du Mekam, situés à plus de 150 km. La contruction projetée d'une voie de 60 km. Oudjda-Berguent mettrait ce dernier gisement à 80 km. de piste de la nouvelle gare terminus. Au contraire, utilisent la gare de Colomb Bechar, les minerais du Bou Dahar qui doivent ainsi faire 266 km. par piste. Enfin, le plomb d'Aouli sera acheminé par Ksabi, quand cette station aura été atteinte par la voie de 60 arrêtée aujourd'hui à Missour : 27 km. de piste séparent la mine de la gare en construction.

La production annuelle de l'ensemble de ces gisements de plomb peut être évaluée à 2.000 tonnes.

Manganèse. — Du manganèse est prospecté par la Compagnie Métallurgique et Minière Franco-Marocaine à 40 kilomètres d'Oudjda, sur la route de Berguent, et par la Société des Mines de Bou Arfa, au lieu dit de ce nom, à 183 km. de Berguent et à 118 de la gare de Beni Ounif de Figuig. C'est vers cette dernière station que sont dirigées les quelques 300 tonnes extraites annuellement par la Société.

Tels sont les résultats aujourd'hui acquis en matière d'exploitation des richesses minières au Maroc oriental. Sans doute le libre accès aux initiatives privées, autorisé depuis peu dans la région du Sous, va-t-il entraîné un renouveau d'activité de la mise en valeur du sous-sol au Maroc occidental.

L. JOLEAUD.

Métallurgie

Dépôt électrolytique des alliages de cuivre et de nickel. — On connaît depuis longtemps, déjà le dépôt électrolytique de deux métaux dans un électrolyte tenant en solution des sels des deux métaux, cependant, jusqu'aujourd'hui, on a très rarement employé ce procédé dont on a publié une étude détaillée, principalement au sujet de son emploi avec les alliages de cuivre et de zinc. MM. Hineline et Cooley ont présenté à la *Société américaine d'électro-chimie* un travail intéressant sur cette question, ayant trait, spécialement, au dépôt électrolytique des alliages de cuivre et de nickel.

Les auteurs se proposaient de faire un revêtement déposé électrolytiquement et ayant une composition et une résistance à la corrosion, analogues à celles du métal Monel. Ils ont parfaitement réussi dans cette voie et leurs résultats ont une importance considérable malgré le développement du revêtement au chrome qui est bien plus résistant. L'électrolyte employé par les auteurs américains consiste en une solution des cyanures doubles de nickel et de potassium, et de cuivre et de potassium, à une concentration de 50 à 150 grammes des sels réunis par litre. En employant une anode en métal Monel, et ajoutant une certaine quantité de chlorure de potassium, on obtient une corrosion de l'anode suffisante pour maintenir la composition de l'électrolyte.

Les auteurs donnent de nombreux détails sur la façon dont se comporte ce bain. Ils ont remarqué, notamment, que c'est à basse température au-dessous de 18° qu'il donne les meilleurs résultats; on peut également employer de très fortes densités de courant à la cathode et on peut aller jusqu'à 25 ampères par décimètre carré. La limite sous se rapport semble être donnée surtout par l'élévation de température.

Ce qui semble être le plus intéressant, dans le travail d'Hineline et de Cooley, c'est la ductilité extraordinaire du dépôt qu'ils obtiennent : en pliant le métal sur lequel on a déposé l'alliage, le revêtement ne présente aucune tendance à criquer, même quand on pousse le pliage jusqu'à provoquer des commencements de criques dans le métal revêtu; les auteurs ont remarqué que le dépôt était amené dans les criques et formait toujours un revêtement continu. De ce fait, ils concluent que le métal du revêtement ne peut se trouver dans les conditions normales d'un agrégat de petits cristaux et comparent sa ductilité extrême à celle d'un métal produit en gros cristaux. Ce phénomène de ductilité extraordinaire dans un dépôt d'alliage est très intéressant et très important. Ces recherches méritent donc d'être poursuivies. (*The Metallurgist*, 24-9-26).

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 juillet.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Riquier.* — **Sur l'intégration aux dérivées partielles du second ordre linéaire en r, s, t, dans le cas où les coefficients de ces trois dérivées ne dépendent que des variables x, y.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Octav Onicescu* (prés. par M. Emile Borel). — **Représentation d'une fonction sur un ensemble de saturation de mesure nulle.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Hadamard.* — **Sur le battage des cartes.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *J. Lebel* (prés. par M. Hadamard . — **Sur les fonctions analytiques et la déformation du paraboloïde de révolution.**

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *A. Véronnet* (transm. par M. Paul Appell). — **Impossibilité du mouvement à la Poinsot pour une masse fluide hétérogène isolée.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *André Planiol* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur la production des chocs dans les têtes de bielles.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *P. Fatou* (prés. par M. Maurice Hamy). — **Sur la recherche des orbites périodiques.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *D.-J. Struik* et *Norbert Wiener* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la théorie relativiste des quanta.**

ASTRONOMIE. — *V. Nechvile* (prés. par M. H. Deslandres.) — **Sur la fréquence des mouvements apparents des étoiles.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Fernand Baldet* (prés. par M. H. Deslandres). — **Sur le noyau de la comète Pons-Winnecke (1927 c).**

— *Jean Mascart.* — **Observation de l'éclipse partielle de Soleil du 29 juin 1927 à l'Observatoire de Lyon.**

L'auteur donne, dans un tableau, les mesures qui ont pu être prises grâce à l'état du ciel qui fut beau pendant toute la durée de l'éclipse.

PHYSIQUE. — *Thadée Peczalski* (prés. par M. Jean Perrin). — **Théorie des sous-électrons.**

ÉLECTRICITÉ. — *Max Morand* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur la répartition du champ électrique dans l'espace sombre.**

— *J. Cayrel* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur le contact métal-sulfure cuivreux.**

Les résultats obtenus montrent que : 1° L'inversion de la rectification chez le contact métal-Cu^2S est due à une cohération unilatérale du contact, cohération qui diffère de celle des contacts métalliques étudiés par M. Blanc, d'abord parce qu'elle n'est pas progressive mais apparaît brusquement pour une valeur critique de V, ensuite parce qu'elle n'est pas toujours irréversible, en troisième lieu parce que, avec certains métaux, la résistance cohérée présente de l'hystérésis.

2° Cette cohération n'est autre que la chute de résistance utilisée chez les contacts générateurs pour rendre $\frac{dV}{dI}$ négatif.

3° L'anticohération de la résistance P ne diffère des anticohérations observées par M. Blanc sur le contact aluminium-acier que par son caractère discontinu et sa grandeur énorme.

CHRONOMÉTRIE. — *Jules Andrade.* — **Sur le maximum d'isochronisme aujourd'hui réalisable par des organes réglants élastiques.**

Cette Note complète celle du 3 novembre 1925. Le premier octuple étant constitué si on le répète à une nouvelle hauteur mais après avoir modifié son orientation par une rotation d'un demi-tour, on obtient ce résultat nouveau : les couples longitudinaux d'appui de l'axe se compensent alors, et le couple d'appui du premier et du second octuple se réduisent ensemble au centième de leur valeurs primitives à peu près égales.

CAPILLARITÉ. — *Nageotte* (prés. par M. Brillouin). — **Lames élémentaires de la myéline en présence de l'eau.**

Lorsqu'on monte en préparation dans l'eau, et après épuisement par l'acétone, une parcelle d'extrait éthéré de cerveau, celle-ci s'hydrate et s'entoure à la température ordinaire, de figures myéliniques rayonnantes dont on peut suivre l'évolution pendant plusieurs jours. Ces excroissances, simples tubes au début, se contournent, se ramifient et se remanient pour former des lobules complexes rattachés à leur point d'origine par un pédicule où passe la matière qui les alimente. L'auteur, dans la présente Note décrit à l'aide de figures les observations qu'il a faites au cours de son étude.

OPTIQUE. — *C. Bouhet* (prés. par M. A. Cotton). — **Application de la méthode générale de Chaumont à la mesure de la polarisation elliptique produite par réflexion à la surface des liquides.**

L'auteur s'est servi du dispositif suivant : la source de la lumière est un arc à mercure à grand éclat type Cotton. Le faisceau monochromatique ($\lambda = 546$) obtenu avec un monochromateur de Bruhat tombe sur un système de lentilles destiné à lui donner les dimensions et l'ouverure convenables, il est réfléchi sous l'incidence désirée par un miroir mobile autour de l'axe horizontal d'un goniomètre traverse le polariseur à champ normal et tombe sur le liquide étudié ; il est ensuite réfléchi dans l'appareil de Chaumont disposé pour opérer sous diverses incidences. L'angle maximum fait par les rayons tombant sur le liquide avec l'axe du faisceau est de 8'30" ; un calcul simple montre que l'analyseur donne encore l'ellipticité du rayon moyen, la légère convergence du faisceau introduisant simplement un peu de lumière parasite diminuant la sensibilité.

L'étude de l'eau non nettoyée depuis quelques heures a conduit l'auteur à des nombres très variables presque toujours négatifs, pouvant dépasser — 0,001. Les valeurs négatives élevées, trouvées par Jamin, sont donc bien dues à la présence d'impuretés superficielles.

— *Tsukamoto* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur la transparence de la silice fondue pour les radiations ultraviolettes.**

La silice fondue utilisée a été préparée en partant du quartz cristallisé, parfaitement limpide, puis taillée sous forme d'une lame à faces parallèles de 10 m/m d'épaisseur, dont la transparence a permis de photographier la raie 1862 de l'aluminium. Les mesures effectuées montrent que l'absorption des radiations ultraviolettes de courte longueur d'onde par la silice fondue paraît assez variable d'un échantillon à un autre, probablement à cause des impuretés, mais, même avec la matière la plus pure que l'on a pu obtenir, cette absorption est plus forte que celle de quartz cristallisé.

SPECTROSCOPIE. — *Bovis* (prés. par M. A. Cotton). — **Le spectre d'absorption du brome en solution.**

Les spectres d'absorption ont été déterminés quantativement, par photométrie photographique, sur cinq solutions diverses de brome dont les concentrations ne dépassaient pas 0 g. 8 de métalloïde par litre. Les solvants employés ont été : l'eau, le tétrachlorure de carbone, le chloroforme, l'alcool éthylique, le sulfure de carbone. Les spectres de diverses solutions se composent toujours de deux bandes dont les positions, les largeurs et les intensités maxima sont exposées dans un tableau. Les largeurs respectives des deux bandes sont sensiblement invariables : $0\,\mu\,106$ en moyenne pour la violette, $0\mu\,036$ pour l'ultraviolette. Les variations de position ne sont pas très grandes : la bande violette a son maximum aux environs de $0\,\mu\,414$, la bande ultraviolette se place vers $0\,\mu\,260$.

— *H. Volkringer* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Spectre continu et spectre de bandes du mercure.**

Le spectre continu se compose d'abord d'une large bande s'étendant de $\lambda = 0\,\mu\,37$ à $\lambda = 0\,\mu\,30$ et présentant un maximum pour $\lambda = 0\,\mu\,336$. On rencontre ensuite une autre bande plus étroite avec un maximum aigu pour $\lambda = 0\,\mu\,265$. Puis l'intensité passe au minimum pour $\lambda = 0\,\mu\,260$ et croît de nouveau jusqu'à $\lambda = 0\,\mu\,2537$ où le spectre continu cesse brusquement.

Entre $\lambda = 0\,\mu\,305$ et $\lambda = 0\,\mu\,265$, l'auteur a retrouvé le spectre de bandes récemment observé par Lord Rayleigh. Ces bandes diffuses semblent liées au spectre continu et plus particulièrement à la bande $\lambda = 0\,\mu\,336$.

— *Jean Thibaud* (prés. par M. de Broglie). — **Jonction spectographique du domaine des rayons X à l'ultraviolet à l'aide de réseaux lignés.**

La nouvelle méthode d'emploi des réseaux sous incidence rasante appliquée précédemment par l'auteur pour obtenir des spectres de rayons X et des spectres d'étincelle d'extrême ultra-violet, l'a conduit à établir une spectrograhie dans le vide destiné à l'étude des radiations intermédiaires. Cette Note donne la description de l'appareil, son fonctionnement et les résultats qu'il permet d'obtenir.

CATALYSE. — *Paul Sabatier.* — **Sur l'inversion du rôle des catalyseurs.**

Les exemples cités par l'auteur montrent que presque tous les oxydes sont des catalyseurs de déshydrogénation, mais leur activité comme tels est bien inférieure à celle des métaux divisés, tels que le cuivre obtenu par réduction de l'oxyde à température peu élevée. La comparaison, vis-à-vis de l'alcool éthylique, indique à surfaces égales, pour l'oxyde manganeux, une activité trente fois moindre que celle du cuivre; pour l'oxyde de zinc,un pouvoir vingt fois plus faible ; pour l'oxyde de zirconium, au moins cent fois plus petit. On peut penser que ces oxydes catalyseurs de déshydrogénation devront pouvoir aussi être catalyseurs d'hydrogénation à la manière des métaux, mais avec une activité beaucoup moindre.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Mario A. Da Silva* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur la déformation de la courbe d'ionisation dans l'argon pur par addition d'oxygène.**

L'addition d'oxygène a eu lieu par quantités progressivement croissantes et dans le but d'obtenir des renseignements sur l'affinitié électronique de ce gaz. Deux figures montrent les déformations successives des courbes d'ionisation. Celle-ci était produite entre deux plateaux parallèles distants de 4 cm. par une source de polonium recouverte d'une feuille de mica et d'une feuille d'or laissant subsister 3 cm. de parcours des rayons α. Il s'agit donc d'une ionisation en volume.

— *A. Tian* (prés. par M. Jean Perrin). — **Équilibre dans une phase gazeuse entre acide et base: produit de volatilité.**

La précipitation d'un sel sous forme de fumées ne se produit que si, par le mélange de ses constituants volatils, on atteint le produit de volatilité du sel.

L'auteur a tenté une vérification directe de cette loi en mélangeant les constituants gazeux du sel, convenablement dilués et en proportions telles que les fumées commencent juste à apparaître. Pour que la masse du sel précipité soit négligeable vis-à-vis de celles de deux constituants, on ne peut opérer sur des gaz très dilués. Il faut donc utiliser des sels d'acide faible et de base faible pour lesquels le produit de volatilité est assez grand. Aussi les essais ont-il porté sur l'acide acétique et la pyridine.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Armand Valeur* et *Paul Gailliot* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur l'oxydation de l'oxyde de cacodyle.**

En faisant passer un courant lent d'oxygène dans l'oxyde de cacodyle placé sous une couche d'eau, on obtient, outre de l'oxyde non transformé, les produits suivants : acide cacodylique, triméthylarsine, oxyde de monométhylarsine, acide arsénieux (accompagnés d'une très faible quantité d'oxyde de triméthylarsine et d'acide méthylarsinique. Au point de vue quantitatif, l'oxydation en acide cacodylique intéresse un peu moins de 50 pour 100 de l'oxyde transformé et correspond exactement à la quantité d'oxygène absorbée. Le reste de l'oxyde de cacodyle s'est donc converti pour la plus grande partie en :

$$(CH^3)^3As,\quad CH^3AsO \text{ et } As^2O^3$$

sans intervention de l'oxygène.

Les résultats peuvent se résumer ainsi :

1° Réaction avec oxydation :

$$[(CH^3)^2As]^2O + 2O + H^2O = 2(CH^3)^2AsOOH ;$$

2° Réactions sans intervention de l'oxygène :

$$[CH^3)^2As]^2 = (CH^3)^3As + CH^3AsO,$$
$$3\ CH^3AsO = (CO^3)^3As + As^2O^3$$
$$4\ CH^3AsO = [(CH^3)^2As]^2 + As^2O^3.$$

Les transformations de l'oxyde de cacodyle constituent un nouveau genre de catalyse due à un peroxyde : synthèse et rétrogrations simultanées.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Mlle Shioldvor Grundt* (prés. par M. Urbain). — **Sur le dosage du plomb à l'état de cyanure.**

La méthode proposée par MM. W. Herz et E. Neukirch pour le dosage du plomb par précipitation de la solution plombique neutre par un excès de cyanure alcalin ayant paru dénuée de toute exactitude, l'auteur a repris cette étude. Ses recherches montrent que le soi-disant cyanure de plomb des deux chimistes précités n'est autre que de la céruse contenant une petite quantité de cyanure et que c'est par un pur hasard que le poids de ce mélange correspond à celui du cyanure. Le pourcentage de Pb est en effet rigoureusement le même dans le sel $(CN)^2Pb$ et $(CO^3Pb)^2$. PbO, H^2O, soit 79,8. Dans les conditions où s'effectue le dosage, il y a précipitation d'un mélange d'oxy-cyanure et d'hydrate de plomb ; ce dernier se carbonate à l'air pendant les lavages et la dessiccation, en donnant naissance au mélange indiqué ci-dessus.

CHIMIE AGRICOLE. — *D. Chouchak* (prés. par M. A.-Th. Schlœsing). — **Sur l'antagonisme entre les plantes cultivées et les bactéries du sol dans leur nutrition minérale.**

Il peut arriver que par suite de l'abondance des bactéries dans un sol, un élément nutritif quelconque est amené à une concentration insuffisante pour satisfaire au besoin des plantes. Les expériences effectuées par l'auteur, expliquent l'effet de la stérilisation sur la culture : 1° En présence de P^2O^5, grâce à l'augmentation de l'azote assimilable produit par la stérilisation, on obtient une très grande récolte. 2° Dans les pots stérilisés et sans engrais phosphaté, la concentration de P^2O^5 dans le liquide du sol par suite de l'absorption bactérienne est devenue si petite que les plantes végètent mal et même dépérissent.

— *Georges Truffaut* et *N. Bezssonoff* (prés. par M. L. Mangin). — **Mesure de l'assimilabilité de divers phosphates par leur action sur la fixation bactérienne de l'azote.**

La méthode indiquée par les auteurs est basée sur l'absence de phosphore utilisable autre que celui des divers phosphates utilisés dans les milieux de culture ; elle montre que l'infériorité biologique des fluophosphates minéraux est encore plus importante que ne l'indiquaient les travaux antérieurs, émanant de différents auteurs. C'est l'insolubilité du fluophosphate et non la toxicité du fluorure de calcium qui cause la non-assimilabilité des phos-

phates naturels. Après désagrégation des fluophosphates, leur assimilabilité est plus que décuplée.

L. FRANCHET.

BOTANIQUE. — *J. Costantin.* — **Essai d'une théorie de la cure d'altitude.**

Le climat de la montagne agit pour régénérer la Canne par divers facteurs : froid, diminution de pression, rayons ultra-violets, etc. Il lui donne de la rusticité. En ce qui concerne la Pomme de terre, le végétal évoluera régulièrement, sans mycorhizes, tant que l'élan héréditaire sera suffisant pour le soutenir. Si, par un hasard heureux, les conditions physico-chimiques ambiantes opèrent dans le même sens que le facteur mycorhizien (climat alpestre, froid, pression osmotique), il suivra un développement régulier. Si la plante asymbiotique est ébranlée par un changement de climat trop grand, par exemple, elle dégénèrera ou même pourra mourir brusquement. Elle succombera à ces affections variées appelées maladie de la dégénérescence. Il n'est pas étonnant de constater, d'après cela, que le traitement alpestre puisse lui redonner de la rusticité et de la résistance à la maladie.

— *Mlle H. Popovici* (prés. par M. Molliard). — **Quelques remarques sur les élaïoplastes des Hépatiques.**

Les élaïoplastes ne représentent pas des vacuoles, comme le prétend Dombray ; ce ne sont pas non plus des inclusions vacuolaires. A l'exception des gros globules de *Lunularia*, les élaïoplastes ne sont pas des formations graisseuses. L'emploi des fixateurs fait apparaître autour d'eux une sorte de membrane qui n'est autre chose que le cytoplasme coagulé, dans lequel ils se trouvent et qui est très souvent réduit à une couche extrêmement mince.

— *J. Chaze* (prés. par M. Molliard). — **Sur l'apparition et la localisation de la nicotine dans la plantule de tabac.**

La nicotine apparaît dès les premiers stades de la germination dans les vacuoles dérivées des grains d'aleurone, avant la transformation de ceux-ci en vacuoles filamenteuses, et on la retrouve dans la plantule à tous les stades de l'évolution du vacuome.

PALÉOBOTANIQUE. — *A. Loubière* (prés. par M. Costantin). — **Sur la flore houillère du bassin d'Albi.**

D'après les caractères tirés de l'examen de nombreux fossiles végétaux, où prédominent les Marattiacées, on est amené à classer, dans la série anthracolithique, les assises houillères d'Albi entre le Wespthalien et le Stéphanien, c'est-à-dire sur le même plan, que certaines formations carbonifères observées sur d'autres points, telles, par exemple, les couches de Radstock en Angleterre et les couches de l'Alemtejo en Portugal.

GÉOLOGIE. — *F. Blondel* (transm. par M. Pierre Termier). — **Sur les terres rouges et les phénomènes d'altération des roches en Indochine française.**

Il semble qu'il existe en Indochine deux grands types, d'altération autres que les types normaux des pays tempérés, le type « terre rouge » et le type « bienhoa » (Bienhoa est une localité située à environ 30 kil. au nord de Saïgon).

L'altération en « terre rouge » consiste dans la formation sur place d'une terre qui frappe par sa couleur rouge plus ou moins foncée. L'altération en « bienhoa » donne une concrétion dure ou qui durcit à l'air et qui paraît au premier abord constituée par du sable ou de l'argile agglomeré par de l'oxyde de fer.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Daniel Auger* (prés. par M. Molliard). — **Sur la réaction électrique des cellules végétales à la polarisation.**

L'auteur a déterminé quantitativement la réaction électrique produite dans les tissus végétaux par l'action des courants rectangulaires, réaction étudiée par Waller à l'aide de la bobine d'induction, et appelée par lui *blaze current*. Les courbes représentant les résultats obtenus offrent des analogies très remarquables avec celles qui traduisent l'excitabilité des tissus musculaires et nerveux.

HYGIÈNE. — *J. Dadlez* (prés. par M. d'Arsonval). — **Recherche sur la production d'ozone dans l'air par les rayons ultraviolets.**

En comparant la dose irritante minima avec la quantité de 0 mg. 05 à 0 mg. 3 d'ozone produit en moyenne pendant le fonctionnement d'une lampe en quartz, on est amené à conclure que l'air contenant cette proportion d'ozone ne présente aucun danger. Il faut cependant prendre des précautions s'il s'agit d'une petite pièce, où la proportion d'ozone atteint 0 mg. 6 et même plus. Mais on peut éviter très facilement l'accumulation de l'ozone par une bonne ventilation.

CHIMIOTHÉRAPIE. — *C. Levaditi* et *J. Longinesco* (prés. par M. Roux). — **Les rapports entre l'activité spirillicide et trypanocide des éléments et leur classification électrochimique.**

Tous les métaux actifs du point de vue thérapeutique sont ou très peu électropositifs, ou très peu électronégatifs ; ils ont, en général, une tension de polarisation inférieure à celle de l'hydrogène et ne décomposent pas l'eau à la température ordinaire. Du point de vue analytique, ils précipitent tous avec l'H^2S à l'état de sulfures. Il semblerait que ce soient là les conditions nécessaires pour qu'un élément soit actif. L'élaboration tissulaire des composés spirillicides protéo-métalliques en dépend (*bismoxyl*, *trypanotoxyl*, Levaditi). Toutefois, ces conditions ne sont pas suffisantes, puisqu'il existe des métaux qui les remplissent (Cu, Pd), et qui cependant sont inactifs, du moins dans l'état actuel de nos connaissances.

P. GUÉRIN.

Séance du 11 juillet 1927

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Pfeiffer* (transm. par M. Appell). — **Les systèmes d'équations aux dérivées partielles du premier ordre à plusieurs fonctions inconnues possédant l'intégrale de M. Hamburger.**

— *Saula* (transm. par M. Hadamard). — **Sur la comparaison des deux fonctions** $\sum a_n z^n$ **et** $\sum \frac{z^n}{a_n}$.

GÉOMÉTRIE. — *E. Cartan.* — **Sur les formes riemanniennes des géométries à groupe fondamental semi-simple.**

THERMODYNAMIQUE. — *Félix Michaud* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur les mélanges binaires de liquides volatils. Cas où les deux composants forment une combinaison.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Raoul Ferrier* (transm. par M. Painlevé). — **Limite d'application de la théorie du potentiel-vecteur.**

ASTRONOMIE PHYSIOUE. *Ernest Esclangon.* — **Observations de l'éclipse partielle de soleil du 29 juin 1927 faites à l'Observatoire de Strasbourg.**

Les observations ont été faites par MM. Esclangon et Rougier. Le ciel était très limpide. Les heures de contact ont été obtenues : 1° par appréciation directe ; 2° par des mesures nombreuses de cordes aux époques voisines des contacts. La moyenne des heures observées pour le premier contact serait $4^h\ 18^m\ 58^s\ 5$; pour le second contact est de $6^h\ 1^m\ 28^s\ 1$.

— *Th. Moreux* (prés. par M. Bigourdan). — **Observation de l'éclipse de soleil du 29 juin 1927 à Bourges.**

Le premier contact n'a pu être déterminé qu'à une se-

conde près en raison du bouillement des images, mais au dernier contact, celle-ci étaient très bonnes.

	Heures calculées	Heures observées
1er contact	$4^h 18^m 40^s$	$4^h 18^m 43^s \pm 1$
2e contact	$6^h 9^m 58^s$	$6^h 9^m 51^s$

Le 29 juin le disque solaire présentait trois groupes de taches dont le plus important occupait la position : 357° en longitude et — 8° en latitude.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *J. Dufay* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Intensité de la raie verte des aurores polaires dans le spectre du ciel nocturne.**

Les observations ont été faites en pleine campagne en août et septembre 1926 et ont donné pour r des nombres variables d'une nuit à l'autre, dont les valeurs extrêmes sont 0,44 et 0,60. La portion utile du spectre continu s'étendait de 4 960 à 6 000 Å ; l'appareil était dirigé vers le Nord, à 50° du zénith.

Le rapport des énergies transportées par la raie de l'aurore et le spectre continu a varié au cours des observations de 0,22 à 0,33. Il en résulte que dans le cas des observations visuelles, la raie de l'aurore produirait seulement 5/100 à 8/100 de l'éclairement total.

— *Edouard Salles* (prés. par M. Brillouin). — **Fixation de la radioactivité de l'air par le champ électrique terrestre**

En 1921, l'auteur avait cherché s'il était possible de constater la fixation du dépôt actif de l'air sous l'influence du champ électrique terrestre. Il avait tendu sur le toit son fil de laiton ou de fer de 10 à 15 mètres, mis au sol et s'appuyant sur les bases des cheminées. Après une exposition de plusieurs heures, le fil était introduit dans la chambre d'ionisation d'un électroscope et la fuite de cet appareil était mesurée. Les résultats furent assez variables : en moyenne la déperdition était sensiblement de l'ordre de dix fois la fuite naturelle, à deux reprises elle a atteint trente fois.

PHYSIQUE. — *P. Lasareff* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur la loi de la viscosité de M. H. Le Chatelier.**

L'auteur montre que la formule de M. Le Chatelier exprimant la viscosité du verre en fonction de la température est en concordance non seulement avec les données de Washburn Shelton et English, comme l'avait constaté M. Le Chatelier, mais aussi avec celles de M. Stott.

Pour la viscosité des liquides visqueux, il y a également concordance parfaite entre la formule et l'expérience. Enfin la formule de M. Le Chatelier est applicable, aussi, à la viscosité de la mélasse et à celle de la solution du sucre dans la glycérine.

ÉLECTRICITÉ. — *Emmanuel Dubois* (prés. par M. Cotton). — **Sur l'effet Volta.**

Les premiers résultats obtenus, se résument ainsi : 1° si l'on chauffe un métal dans l'air, on constate, après refroidissement, qu'il est devenu électronégatif par rapport à son état initial, et ceci, quel que soit le métal chauffé ; son oxydabilité plus ou moins grande ne semble pas intervenu ; 2° si l'on distille dans le vide, un chlorure alcalin sur un métal préalablement rendu électronégatif par chauffage dans le vide, le métal devient fortement électropositif.

ÉLECTRICITÉ ET OPTIQUE. — *Edgard-Pierre Tawil* (prés. par M. G. Ferrié). — **Quelques observations faites sur le quartz piézo-électrique en résonance.**

Lorsqu'un cristal de quartz taillé piézo-électriquement et disposé entre des armatures reliées à un circuit oscillant, vibre, un souffle très puissant pour la fondamentale et les premiers harmoniques se dégage sur une ou plusieurs faces du cristal, celles-ci pouvant être parallèles ou normales à l'axe optique. Ce souffle résulte d'une pression de radiation dué à l'ultra-son.

MAGNÉTISME. — *Nicolas Perrakis* (transm. par M. Pierre Weiss). — **Etude magnétique du tétroxyde et du trioxyde de vanadium, mesure du moment atomique du vanadium tétra et trivalent.**

Tandis que le vanadium à l'état de V^2O^4 possède dans deux intervalles de température bien déterminés deux moments différents, l'un de 8 et l'autre de 14 magnétons, à l'état de V^2O^3 il possède un moment de 9,5 magnétons très voisin du moment dominant de l'ion V^{IV} (9 magnétons).

POLARIMÉTRIE. — *R. Descamps* (prés. par M. Cotton). — **Dispersion rotatoire naturelle, dont l'ultra-violet, de solutions aqueuses des tartrates neutres de sodium, de potassium, d'ammonium.**

De ces expériences dans l'ultra-violet, il résulte qu'en passant d'une solution d'acide tartrique à celle du tartrate par la neutralisation progressive de l'acide avec un alcali, les droites de Darmois (pour $\lambda = 5461$ et $\lambda = 2652$, par exemple), qui correspondraient aux stades de la neutralisation, se coupent en des points situés le long d'une ligne déterminée. Il n'est pas exact d'admettre, comme le faisait F. Vellinger à la suite de mesures faites dans le spectre visible seulement, que ces droites et celles des solutions d'acide tartrique se coupent en un même point.

ÉLECTROCHIMIE. — *L. Andrieux* (prés. par M. G. Urbain) **Nouveau procédé de préparation du bore.**

En électrolysant à 1100° le mélange à $B^2O^3 + MgO + MgF^2$ dans un creuset de charbon de cornue servant d'anode, on obtient sur la cathode constituée par une baguette de fer placée dans l'axe du creuset, un dépôt de bore aggloméré par une partie solidifiée de l'électrolyte. Le produit pulvérisé, traité par l'acide chlorhydrique, laisse un résidu de bore amorphe qui, desséché dans le vide à 110°, titre jusqu'à 92 p. 100 de bore ; le rendement du courant atteint 95 p. 100. Ce procédé électrolytique a l'avantage, sur celui de Moissan, d'éviter l'emploi du magnésium métallique en utilisant des composés communs de magnésium, en outre, de permettre un préparation continue.

PHOTOCHIMIE. — *Josef Hrdlicka* (prés. par M. Ch. Fabry). **L'influence de l'éclairage préalable et les infractions à la loi de réciprocité en photographie.**

Le voile préalable diminue l'accroissement des densités $\frac{d\,D}{d\,\log\,t}$ d'autant plus que l'éclairement est plus faible.

La différence de densités (la correction du voile péalable $\Delta = \psi(I \times t) - \varphi(I \times t)$ diminue pour les densités croissantes de l'image et s'annule pour la densité maximum. Pour la région rectiligne de la courbe (D, log T), où

$$\frac{d\,D}{d\,\log\,T} = \text{const.} = \gamma,$$

on peut alors obtenir l'expression suivante pour la valeur de la densité après éclairage préalable :

$$D = V + \gamma \log\left(1 + \frac{t}{t_0}\right)$$

où V est la densité du voile préalable correspondant à une durée d'exposition t_0. Cette relation conduit pour l'accroissement des densités à la formule :

$$\frac{d\,D}{d\,\log\,t} = \gamma\,\frac{t}{t_0 + t}$$

RADIOACTIVITÉ. — *Mlle St. Maracineanu* (prés. par M. Deslandres). — **Effet spécial du polonium, du rayonnement solaire et de la haute tension sur le plomb.**

Le courant d'ionisation donné par le côté de la lame de plomb opposé à celui qui porte le polonium est proportionnel à la valeur intiale du polonium déposé.

La nature du rayonnement développé sur la même face

opposée est α et il ne peut pas provenir du polonium lui-même, car 0,1 Al arrête tout son rayonnement α et les lamelles utilisées avaient 0 mm. 1 de Pb.

Dans le cas de l'exposition à une tension négative on constate l'apparition d'un rayonnement β, donnant un courant d'ionisation 5,5 p. 100 du courant α (cas de la tension négative simplement) et 0,66 pour le cas soleil et tension négative, ce qui expliquerait pourquoi la haute tension négative diminue la valeur du courant d'ionisation.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Albert Portevin* et *Etienne Pretet* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Etude de la vitesse de dissolution des alliages au magnésium ultra-légers.**

On utilise pour l'étude de la vitesse de dissolution ou de corrosion, les trois méthodes suivantes : 1° par perte de poids ; 2° par mesure des dégagements gazeux 3° par la méthode thermique de Mylius.

La détermination par perte de poids peut être souvent entachée d'erreurs dues à diverses causes pertubatrices. Par contre, les deux autres méthodes permettent des observations plus rigoureuses. L'ordre de classement, par ces deux méthodes est le même pour un réactif à part quelques inversions pour les alliages voisins comme attaquabilité. Par contre, suivant le réactif, le classement peut-être différent.

Pour tous les réactifs utilisés, le magnésium pur est moins attaquable que les alliages ultra-légers expérimentés et la présence du silicium dans le magnésium influe sur la corrodabilité.

— *F. Bourion* et *E. Rouyer* (prés. par M. G. Urbain). — **Détermination ébullioscopigue de quelques complexes**

Les auteurs, dans une Note précédente, (*C. R.* 184, 1927, p. 598) ont montré, par l'étude ébullioscopique des mélanges de chlorure de potassium et de chlorure de cadmium, que de telles solutions étaient formées par un mélanges de deux complexes : $[Cd\ Cl^4]\ K^2$ et $[Cd\ Cl^3]\ K$

Ces nouvelles recherches semblent permettre de fixer vers 3,5 la constante d'équilibre relative à $[Cd\ Cl^3]K$

Dans cette nouvelle Note, MM. Bourion et Rouyer étudient également les mélanges : chlorure mercurique et bromure de potassium, et chlorure mercurique et acétate de sodium.

— *Pariselle* (prés. par M. Jean Perrin). — **Etude polarimétrique des alumino-tartrates alcalins. Sur un double phénomène de mutarotation.**

L'étude des quantités de soude à verser dans des mélanges en proportions variables d'acide tartrique et d'un sel d'aluminium, pour obtenir un précipité d'alumine permanent puis une redissolution de ce précipité a montré que les conclusions émises par divers chimistes étaient inexactes et qu'il fallait admettre l'existence d'un émétique

COO Na — CH— AlD — CHOH — COONa.

L'étude polarimétrique du phénomène conduit à la même conclusion.

Afin d'éclaircir les phénomènes de mutarotation observés, l'auteur a étudié la variation du pH des solutions alumonotartriques lors de leur neutralisation par la soude. En faisant varier les proportions relatives d'acide et d'ion Al. il a constaté que la valeur du pH avait une influence prépondérante sur ces phénomènes de mutarotation.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Charles Prévost* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur une nouvelle classe de composés tautomères ; théorie ionique de la tautomérie.**

C'est à des considérations ioniques que l'auteur s'adresse pour expliquer les divers phénomènes de tautomérie, celle-ci serait une conséquence de l'existence d'un ion commun à deux formes isomériques, cet ion devant être nécessairement multipolaire, de charge globale égale et de signe contraire à celle de la substitution mobile. Cette propriété, désignée par le mot *synionie*, est toujours réalisée lorsqu'un groupe mobile est lié à un atome rattaché lui-même à un autre atome doublement lié. En effet $A = B — CX$ s'ionise ainsi : $A \pm — B \mp — C \pm, X \mp$ qui est aussi la forme activée de $XA — B = C$.

Parmi les diverses théories, l'auteur a choisi la théorie ionique parce qu'il considère qu'elle seule permet de prévoir l'influence des substitutions et des constitutions physiques sur la nature de la tautomérie.

— *Mlle Jeanne Lévy* et *P. Weill* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur la réalité de la transposition semipinacolique. Etude de l'anisylméthyléthylglycol.**

La transformation de l'anisylméthyléthylglycol en un produit cétonique différent de celui fourni par la transposition aldéhydocétonique de l'anisylméthylbutanal démontre la réalité de la transposition semipinacolique. Dans cette dernière, le radical éthyl émigre plus facilement que le radical méthyle.

CHIMIE AGRICOLE. — *A. Demolon* et *G. Barbier* (prés. par M. L. Lindet). — **Absorption ionique élective dans l'argile colloïdale.**

La capacité de saturation en cations de l'argile apparaît comme une constante indépendante de la nature des ions fixés. Dans le cas des mélanges on observe un phénomène de partage avec fixation sensiblement équivalente des ions (K) et (NH^4) tandis que l'ion (Na) n'est que faiblement absorbé en leur présence. L'ion (Ca) de $CaCl^2$, formé ou introduit, intervient pour limiter plus ou moins, suivant sa concentration, la fixation des ions alcalins. En faisant varier la concentration respective des ces quatre ions essentiels, il est possible de modifier à volonté la grandeur de l'absorption pour chacun d'eux, et par conséquent d'obtenir des phénomènes d'absorption élective sans membrane.

L'argile possède un énergique pouvoir de fixation, pour des doses dépassant considérablement celles de la pratique des engrais.

L. Franchet.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

The problem of physico-chemical periodicity, par E. S. Hedges et J.-L. Myers. In-8° de 95 pages. Edward Arnold and C°, éditeurs. Londres 1926. — Prix : 7 sh. 6.

Dans un grand nombre de branches de la science, l'importance des phénomènes à caractère rythmique ou périodique est depuis longtemps reconnue. En chimie, cependant, on ne mentionnait guère jusqu'ici que la périodicité que fait apparaître la classification de Mendeljeff. Et cependant, le livre très curieux et très original de MM. Hedges et Myers décrit un grand nombre de phénomènes physico-chimiques à caractère périodique. Citons, par exemple : le phénomène de Liesegang, la cristallisation rythmique des substances pures, la dissolution périodique des métaux, la décomposition catalytique de l'eau oxygénée, divers processus électrochimiques, la luminosité périodique du phosphore, certaines actions diastasiques et les phénomènes périodiques dans l'absorption des gaz. Les auteurs examinent en terminant les conditions qui semblent déterminer l'apparition de la périodicité physico-chimique.

A. Bc.

Le Gérant : M. Hédan.

Impr. P. & A. Davy, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 16 — 65e ANNÉE — 27 AOUT 1927

ALESSANDRO VOLTA ET SON TEMPS

Au moment du premier centenaire de la mort du grand physicien italien, Alessandro Volta, Messie de l'électricité, et, par suite, des temps modernes, il ne sera pas sans intérêt de reporter son esprit à ces temps lointains dans lesquels les hommes de sciences s'appelaient aussi philosophes et s'intéressaient un peu à tout dans la confusion magnifique des schémas et des systèmes.

Alessandro Volta naquit à Côme, le 13 février 1745, et y mourut en 1827 : 82 ans d'une vie sereine, toujours absolument calme, avec toutes les satisfactions possibles, matérielles et morales, et presque sans peines. Combien diront en soupirant : quelle belle vie ! L'illustre physicien vivant dans un milieu lombard, très religieux, unissait tellement bien dans son esprit puissant le sens pratique de sa race avec la douceur de sa foi, qu'il n'avait pas à réfléchir beaucoup pour voir juste et éviter facilement ce qui aurait pu lui nuire. Il lui suffisait que la nature lui eût donné le génie de la science expérimentale, et la santé. Celle-ci, il l'avait robuste, dans un corps vigoureux et droit comme un tronc d'arbre sain, celui-là, il l'avait en abondance et l'employait avec dévotion, comme un don du Ciel.

Fig. 191. — Alessandro Volta à quarante ans.

Il n'avait pas beaucoup plus de vingt ans lorsqu'il commença à être connu par une petite étude dédiée au père Boccaria sur des questions d'électricité théorique. A la suite de ce travail, il fut appelé à diriger le gymnase de Côme, par le comte Carlo di Firmian, gouvernant la Lombardie au nom de Marie-Thérèse. Ainsi Volta fut professeur sans doctorat, et qui plus est, sans argent, d'abord, parce qu'il en avait peu par lui-même et puis parce que le Gouverneur le faisait soupirer après celui qui lui revenait de son office.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Il était né à Côme, d'une famille originaire de Vénétie, que la magistrature civique de Côme, en 1691, avait annoblie en témoignage des mérites acquis par les Volta par leur activité de commerçants et d'administrateurs de la cité.

Mais son père avait dissipé son patrimoine, et laissé en mourant au petit Alessandro et à ses six autres fils plus âgés, à peine la moitié de sa fortune.

Aussi arriva-t-il qu'après sa première jeunesse passée en toute liberté, en compagnie d'un ami, il Gattone, qui le fournissait d'ustensiles et de machines, du comte Giovio, qui le fournissait de livres, la nomination à la direc-

Fig. 192. — Un physicien du début du XVIIIe siècle.

tion du gymnase de Côme lui permit de trouver les loisirs de poursuivre avec le plus de profit ses études de prédilection sur la physique, et en particulier sur l'électricité, études pour lesquelles la nature l'avait spécialement destiné.

L'électricité était alors la partie de la physique la plus récente, la plus à la mode, si l'on peut dire, à l'apogée dans les salons, dans les couvents, dans les théâtres où, avec ces phénomènes si mystérieux, d'étincelles, de rubans de feu, de secousses, elle faisait s'évanouir les dames, les petits abbés, les galants de ce XVIIIe siècle fantasque, séduisant, et surtout efféminé. Un siècle plus tôt, en 1650, Otton de Guericke voulant peut-être expérimenter comment la Terre ronde pouvait être magnétique, frottait, pendant sa rotation, un énorme globe de soufre, lorsqu'il vit éclater une étincelle entre la sphère et les corps voisins. Ce fut ce feu électrique qui faisait s'évanouir subitement tous ceux qui s'amusèrent à répéter l'expérience d'Otton. Il est divertissant de voir dans les estampes de cette époque quelques-unes de ces expériences : une sphère de soufre traversée par un bâton posé sur deux supports, est mise en rotation par un petit garçon au moyen d'une transmission à roues de bois, tandis qu'un gentilhomme en perruque, jabot et escarpins vernis, à talons rouges, les dentelles des manchettes rejettées en arrière, frotte la sphère de soufre avec la paume de la main en tenant le petit doigt levé avec beaucoup de grâce. Un autre gentilhomme, le galant, vraisemblablement, monté sur un escabeau de bois, touche un conducteur de métal placé horizontalement, comme s'il adhérait à la sphère, tandis qu'avec l'autre main il tient un sabre verticalement, à quelque distance d'une cuillère

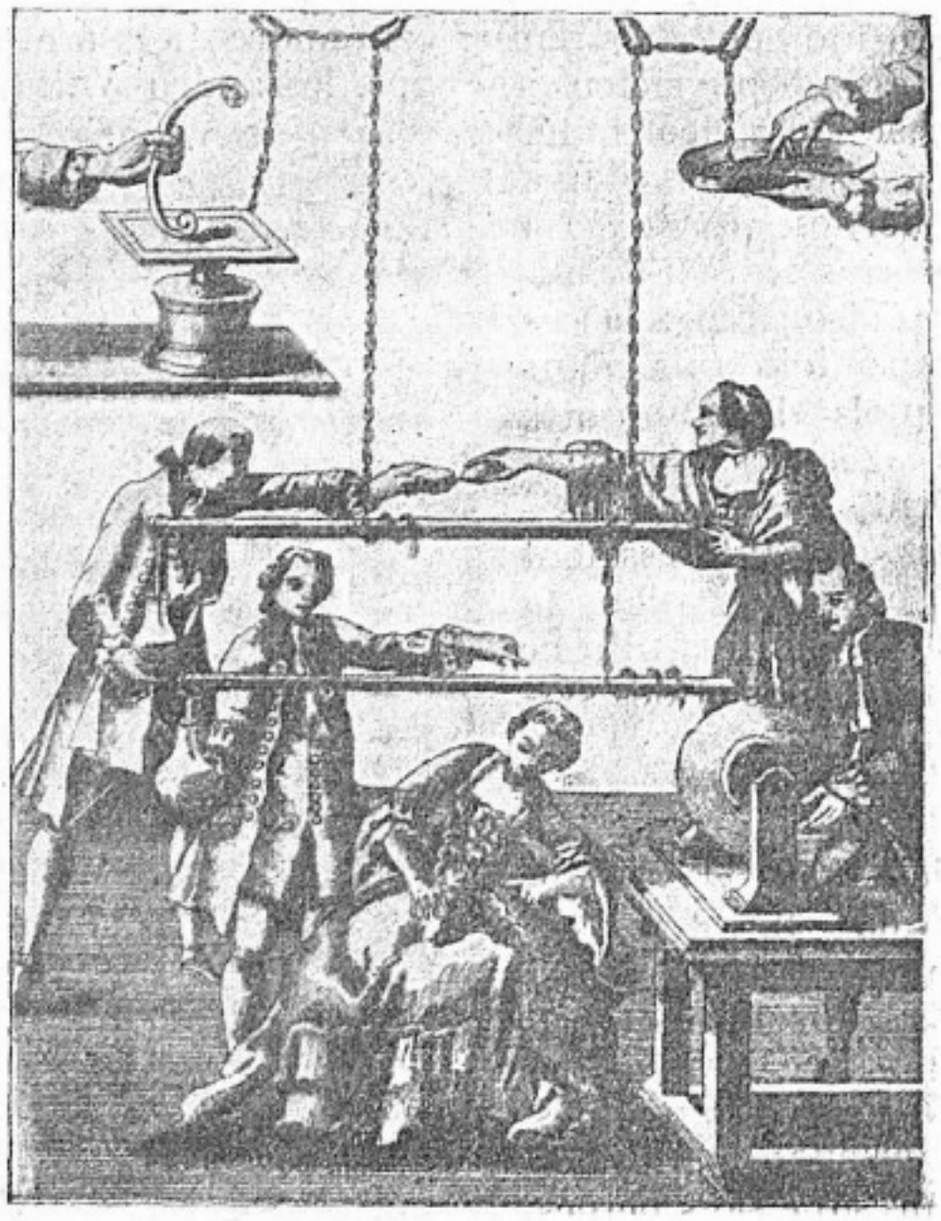


Fig. 193. — Premières expériences avec la machine à sphère de soufre d'Otto de Guericke.

d'argent que lui présente tout intimidée une jeune dame poudrée, vêtue d'une robe à panier, une mouche coquette sur sa joue rosée. Eclate l'étincelle, un petit cri d'épouvante, un éclat de rire, des trilles de joie. Le galant descend de son escabeau, charmant et souriant, caresse la dame épouvantée, baise la pointe de ses doigts rosés ; frottement de la soie, étincelle de l'électricité sous les regards poltrons .. l'expérience recommence.

C'est alors qu'on commence à chercher le pourquoi des nouveaux phénomènes, un pourquoi pour lequel tout est à trouver. Par fortune, Volta qui, à vingt ans, s'était laissé aller, lui aussi, à rêver de théorie sur le feu électrique à la manière de Franklin, ayant vu que c'était une fatigue inutile, prit la voie de l'expérience à la manière de Galilée, voie qui devait lui donner une si grande avance sur la science de son temps.

Et, mêlée aux expériences de physique, un peu de vie galante. Quelques amourettes, à Menaggio, des voyages avec des amis ou des amies,

Fig. 194 — 1. Electromètre à condensateur.
2. Electromètre à feuille.

s'adonnant à la chasse ou flânant à travers la campagne, à Olgiate, à Porlezza, à Codogna, dans la délicieuse Oriante ; et continuellement versifiant en italien, en français, en latin.

Ainsi, pour une prise d'habit d'une nonne :

« Dans la saison chérie une rose nouvelle
Aux rayons du soleil venait d'ouvrir son sein
Lorsqu'un berger la vit, et, y portant sa main
Arrache cette plante et s'enfuit avec elle... »

Ou encore, pour une enfant qui, elle aussi, devait revêtir l'habit monacal, et à la manière d'Arcadie que Christine de Suède, la pastourelle du nord, avait introduite à Rome.

Qual si vago amorosetto
Angellin, nobil donzella
Che nel carcer suo ristrello
Pur s'allegra et pur s'abbella
E saltella
Ch'altro mai ne vuol ci dire
Fuor che pago é il suo desire!

Comme on le voit, il n'y a pas d'allusion trop monacale, mais, à cette époque, comme on le sait, on avait aussi l'habitude de peindre les saints et les anges dansant le quadrille sur les coupoles des temples, et on passait un blanc épais sur ces saints ennemis de la danse qui maigres et décharnés, rêvaient d'un ciel plus bleu et plus heureux que le ciel visible.

Mais son électricité l'attire plus que les chasses et les vers, et,en effet, en 1775, après de longues expériences, il arrive à construire l'électrophore, qui est la première machine électrostatique à influence. Pour Volta, tous les phénomènes de l'électrophore sont clairs, mais cependant tous les physiciens émerveillés ne savent pas comprendre. Jacquet de Vienne le confesse : « d'où je conclus que la science de l'électricité renferme encore quelques principes que nous ignorons ». Bravo, Jacquet !

Après l'électrophore qui porta son nom au-delà des frontières de sa patrie, notre physicien s'occupe pendant un certain temps du gaz in-

Fig. 195. — Luigi Galvani

flammable des marais, c'est-à-dire de ce gaz qui se dégage de certains terrains, s'enflammant soit spontanément, soit à la suite d'un allumage artificiel.Il s'éprend subitement de ce gaz : « à la suite de ce succès aussi heureux qu'inattendu, imaginez si je laisse intacts fontaines ou fleuves, rigoles ou ruisseaux, fossés ou bourbiers... » Il construit un eudiomètre pour l'analyse de tous les gaz, une lampe à gaz inflammable et un briquet dans lequel l'hydrogène est obtenu par la réaction d'un acide sur un métal et l'allumage au moyen d'un électrophore habilement combiné.

De tels appareils furent d'un usage courant, particulièrement en Germanie, et furent les premiers à donner l'idée de l'éclairage au gaz. Il construisit en outre un fusil et un pistolet à gaz inflammable, puis vers 1778 il est appelé à l'Université de Pavie où il devait rester jusqu'à la fin de 1812.

Aussitôt à Pavie, il inventa son condensateur avec lequel il pouvait enregistrer, en le combinant avec un électroscope, les plus faibles quantités possibles d'électricité pendant que l'électrophore pouvait créer la différence de potentiel la plus forte. C'est seulement avec son micro-électromètre condensateur qu'il put réaliser plus tard les expériences fondamentales qui le conduisirent à l'invention de la pile.

De telles découvertes le rendirent immédiatement célèbre parmi les hommes de sciences et les érudits de toute l'Europe. Il avait déjà fait un voyage en Suisse, mais c'est en 1781, à l'occasion de son voyage à Paris, en Germanie et à Londres, qu'il reçut les témoignages de la considération la plus déférente, dans les Académies, dans les salons, dans les cercles privés. Son caractère modeste, sa courtoisie innée le rendaient immédiatement sympathique à tous. Sa figure belle et énergique, et sa renommée de célébrité européenne le rendaient heureux auprès des dames, qu'il évitait cependant avec beaucoup d'adresse et de finesse, préférant les Académies, les cabinets de physique et la compagnie des hommes de sciences. De retour dans sa patrie, il s'adonna à de longues recherches sur la météorologie électrique, sur la cause de l'électricité atmosphérique, sur la dilatation des gaz, sur la grêle...

Pendant ce temps se préparaient deux des plus grands faits de l'histoire de la civilisation : l'un de substance et d'apparence immense, la Révolution française; l'autre, d'apparence modeste, mais de substance plus immense, l'invention de la pile. En 1791, après 10 ans d'expériences, le physiologiste Galvani, qui enseignait l'anatomie à Bologne, publiait son opuscule fameux : « *De viribus electrecitatis in motu muscolari commentarius* ». Il y décrivait longuement ses expériences sur les effets de contraction obtenus sur les grenouilles décapitées chaque fois qu'il reliait avec deux métaux différents les nerfs cruraux et les muscles de la jambe.

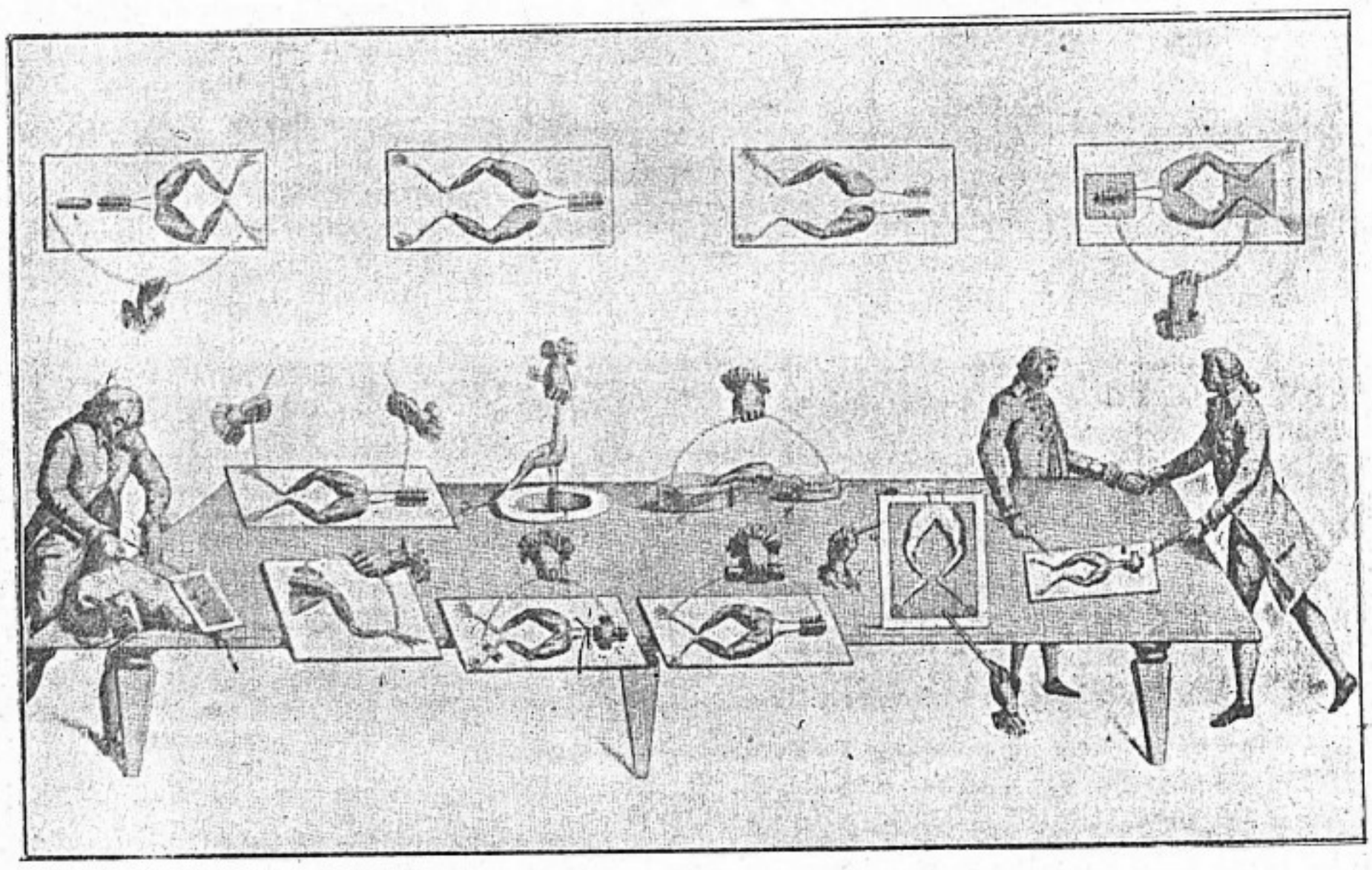


Fig. 196. — Expériences de Galvani sur les grenouilles décapitées.

Dix ans auparavant, en effet, un de ses assistants avait observé que quelques grenouilles préparées pour l'étude anatomique, se contractaient quand à peu de distance on faisait tourner le disque d'une machine électrostatique. Aussi tout d'abord, Galvani considéra la grenouille comme un enregistreur d'électricité. Mais après de longues et patientes recherches faites sans trace d'électricité dans le cabinet, il s'était convaincu que la grenouille était un réservoir d'électricité et que celle-ci était mise en mouvement

par un arc bimétallique, comme entre les armatures d'une bouteille de Leyde, en produisant l'effet mécanique du frétillement. L'opuscule de Galvani fit beaucoup de bruit. Volta fut parmi les premiers à répéter les expériences de Galvani et à concevoir aussitôt quelque doute sur l'exactitude de leur interprétation. Ainsi, il insiste sur le fait que pour obtenir une telle contraction, il était nécessaire que les conducteurs fussent de deux métaux différents et émet l'idée que *l'électricité se développe au contact des deux métaux et que c'est l'électricité ainsi produite qui cause les frétillements de la grenouille.*

Les Galvanistes opposèrent d'autres expériences, en particulier l'expérience fameuse où ils obtinrent la convulsion de la grenouille en reliant directement les muscles de la jambe aux nerfs cruraux sans intervention aucune de conducteurs. Une pareille expérience parut décisive en faveur des Galvanistes. Mais Volta, généralisant son idée précisa que les muscles de la jambe et les nerfs cruraux étaient de matières différentes, comme les métaux de l'arc, et que l'électricité animale n'existe que lorsqu'elle est provoquée par le contact de conducteurs hétérogènes soit de première classe, c'est-à-dire métalliques, soit de seconde classe, c'est-à-dire liquides.

Tandis qu'en 1799 les Français étaient contraints d'abandonner la Lombardie et que les austro-russes y restauraient le pouvoir absolu, Volta se réfugiait à Côme avec ses papiers et ses appareils, et dans le silence de la cité natale, créait son nouvel électromoteur fondé sur le principe du contact, la *pile*.

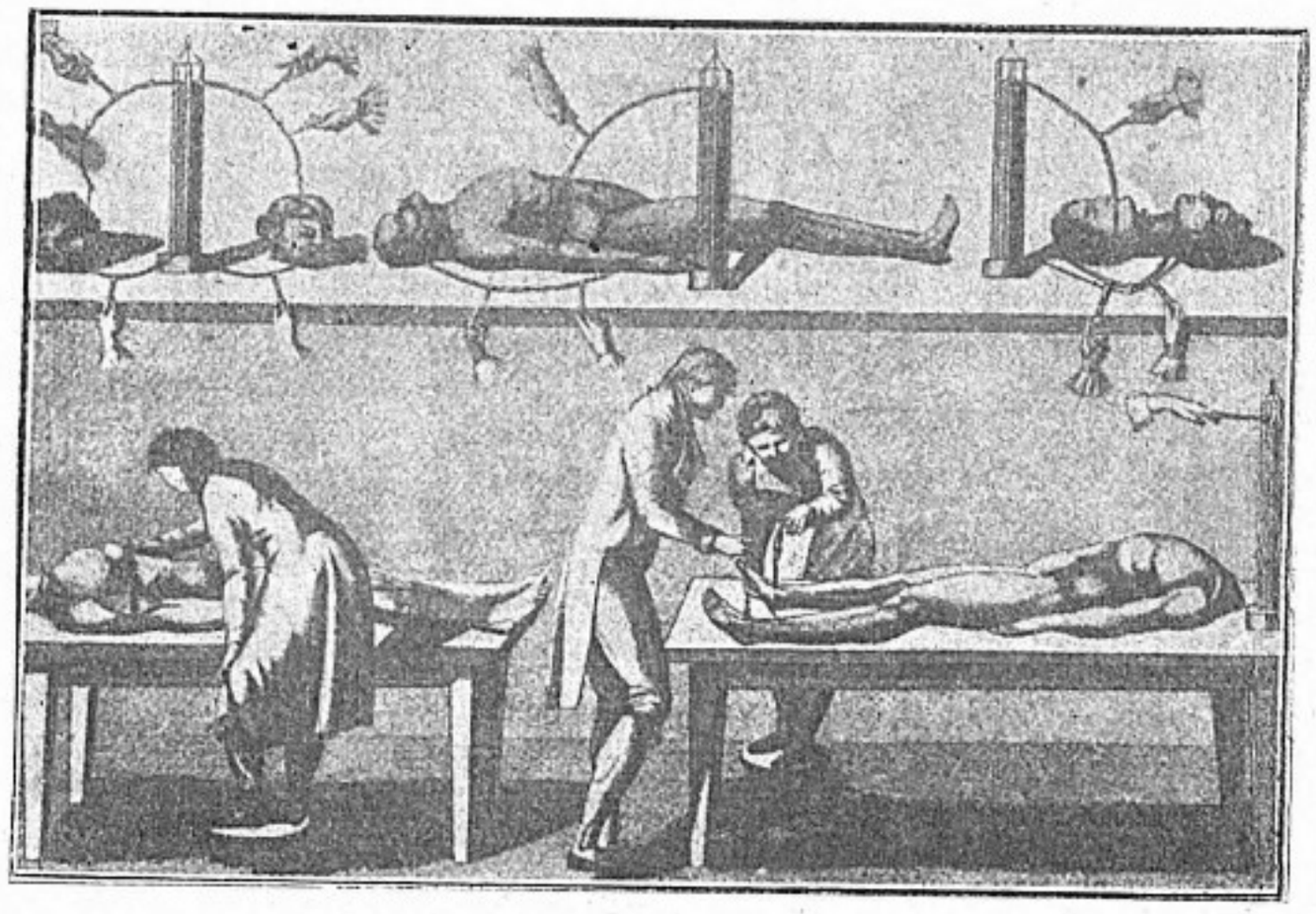


Fig. 197.
Premières expériences d'électrothérapie faites sur des condamnés à mort.

Et l'année suivante, le 20 mars 1800, il envoie son fameux Mémoire sur la pile à Sir Joseph Banks, de la Société Royale de Londres.

« Je pose donc horizontalement sur une table ou base quelconque, un des plateaux métalliques, par exemple un d'argent, et sur ce premier j'en adapte un second de zinc (fig. 198), sur ce second je pose un des disques mouillés, puis un autre plateau d'argent suivi immédiatement d'un autre de zinc, auquel je fais succéder encore un disque mouillé. Je continue, dis-je, ainsi de la même façon, accouplant un plateau d'argent avec un de zinc, et toujours dans le même sens, c'est-à-dire toujours l'argent dessous et le zinc dessus ou vice versa, selon que j'ai commencé, et interposant entre chacun de ces couples un disque mouillé ; je continue, dis-je, à former, de plusieurs de ces étages, une colonne aussi haute qu'elle peut se soutenir sans s'écrouler (1) ». Le triomphe, dû à sa découverte, eut lieu à Paris l'année suivante, en 1801, quand il fut invité par l'Académie à répéter ses expériences fameuses devant Napoléon. Et Napoléon le combla d'honneurs, de louanges et de témoignages d'amitiés.

« Bonaparte, qui comme je vous l'ai déjà écrit, assistait, le 7, à la séance de l'Institut National, sachant que je devais lire un mémoire, me combla de louanges et d'honneurs, assista de nouveau à la séance du 12 (à laquelle se trouvait en outre le ministre de l'Intérieur, Chaptal) et écouta la lecture que je fis de la seconde partie de mon écrit ; il se complut à voir toutes les expériences que je n'avais pas pu montrer la première fois, discourant beaucoup et posant des questions. Il n'était resté à ces expériences, qui eurent lieu après que la séance fut terminée, que quelques-uns des membres de l'Institut , parmi lesquels Laplace, Lagrange, Berthollet, Morveau, Lacépède, Haug, Vauquelin, Fourcroy, Le Sage. Le Consul était de très bonne humeur, aimable et bienveillant, et la conversation dura plus d'une heure et demie... »

Il reçut de Bonaparte une pension de six mille francs, un subside de deux mille écus, une grande médaille d'or, la Légion d'Honneur, la Couronne de Fer, les titres de comte et de sénateur. Il reçut une autre médaille d'or de l'Institut de France, et une autre de la Fondation Copley.

De retour en Italie, il est frappé par la maladie, mais quoique affaibli, il continue ses leçons à l'Université, poussé par le Corse même,

(1) En français dans le texte.

qui lui fait dire : « Avance avec courage, cher Volta; le bon général meurt sur le champ de bataille, mais ne se retire pas. Les hommes célèbres doivent mourir sur le champ de leur action ».

Nommé sénateur, il s'établit à Milan. Il le fait aussi pour l'éducation de ses enfants. A Milan il fréquente les meilleurs salons, y connaît Pellico, alors tourmenté du doute religieux, Monti, Foscolo, Manzoni, Towaldsen, Landriani, et tant d'autres.

A cette époque eut lieu un épisode curieux de sa vie :

La Société italienne des Sciences, le 1^er^ juillet

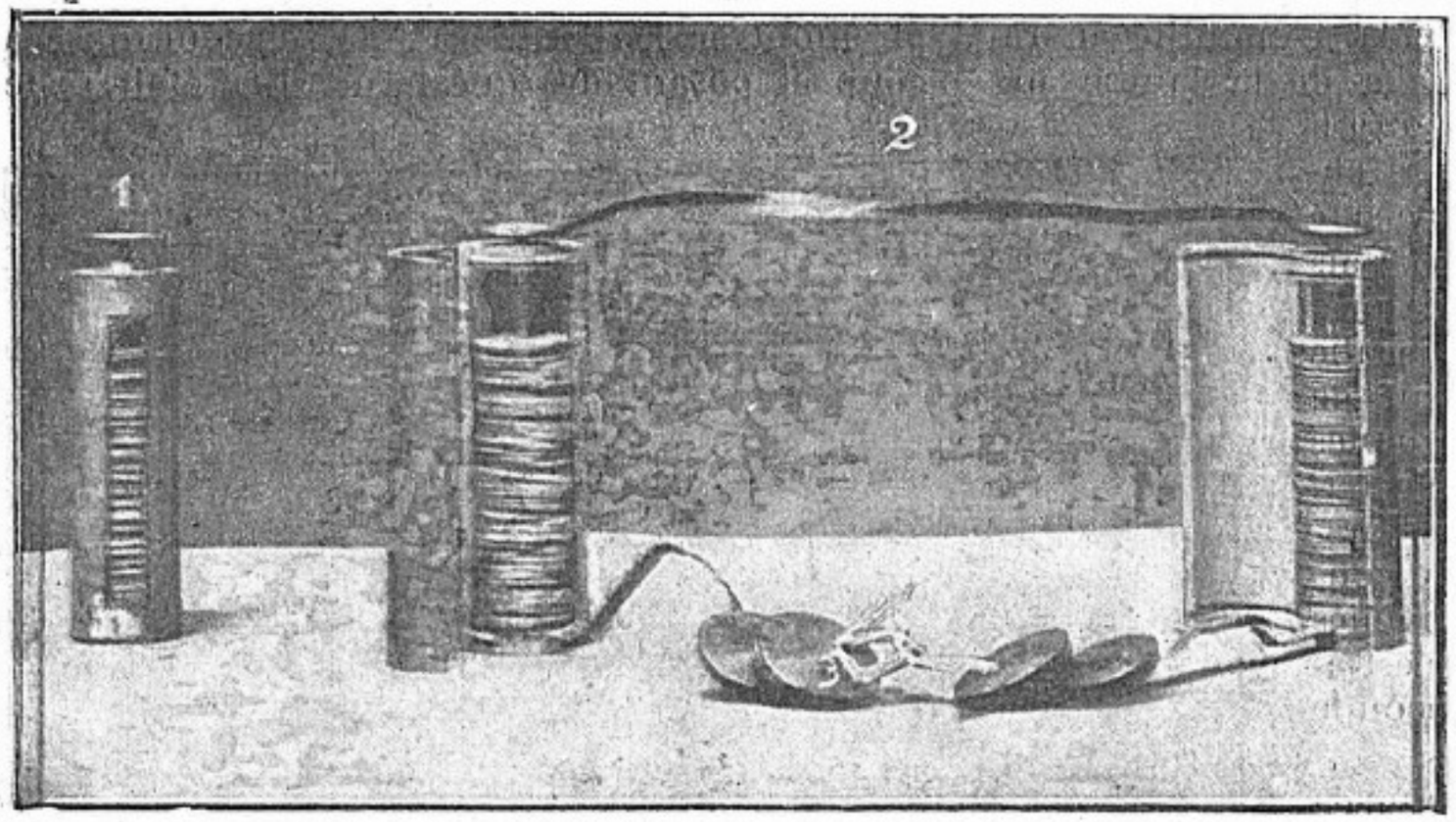


Fig. 198. — La première pile de Volta.

1805, avait convenu d'un concours sur le thème suivant : « Exposer avec clarté, avec dignité, et sans offense la question du Galvanisme, posée entre nos savants associés, Signor Giovanni Aldini (neveu de Galvani) et Signor Alessandro Volta. » Volta écrivit un mémoire de 144 pages, et le confia au docteur Baronio, son élève et son ami pour qu'il le présente comme sien. En même temps furent présentés deux autres mémoires, et tous furent refusés ignominieusement. Celui de Volta fut rejeté parce qu'on y trouvait de nouvelles expériences !

« L'objection que le mèmoire contient de nouvelles expériences non encore publiées, est curieuse et étrange à la vérité ; est-ce donc un démérite d'éclairer la question par de nouvelles expériences beaucoup plus décisives... »

Volta fréquentait la maison du comte Anguissola, où très souvent il se trouvait à table avec un des juges, et je ne voudrais pas assurer que le grand physicien, qui, en bon Lombard, aimait la plaisanterie piquante, ne se soit diverti à tourner en ridicule son censeur.

La Société excellentissime conserva comme siens les 90 sequins ; Volta rit de grand cœur de son échec sur l'électricité, et une fois de plus, les concours tournèrent au burlesque.

A Milan, l'activité scientifique de l'illustre fils de Côme subit un ralentissement. Il avait dû soutenir une nouvelle polémique entre les chimistes et les physiciens sur son électromoteur ; les premiers faisaient dériver le courant d'une réaction chimique entre le liquide et le métal ; les seconds croyaient que cette réaction était l'effet du courant. Encore maintenant, la vérité d'aucune de ces deux théories ne peut être démontrée, et celle du contact, de Volta, même avec les connaissances plus modernes, ne peut être prouvée fausse.

C'est ainsi que le grand vieillard, entre les leçons de Pavie, sa délicieuse Côme, et les cabinets de Milan, passa les dernières an-

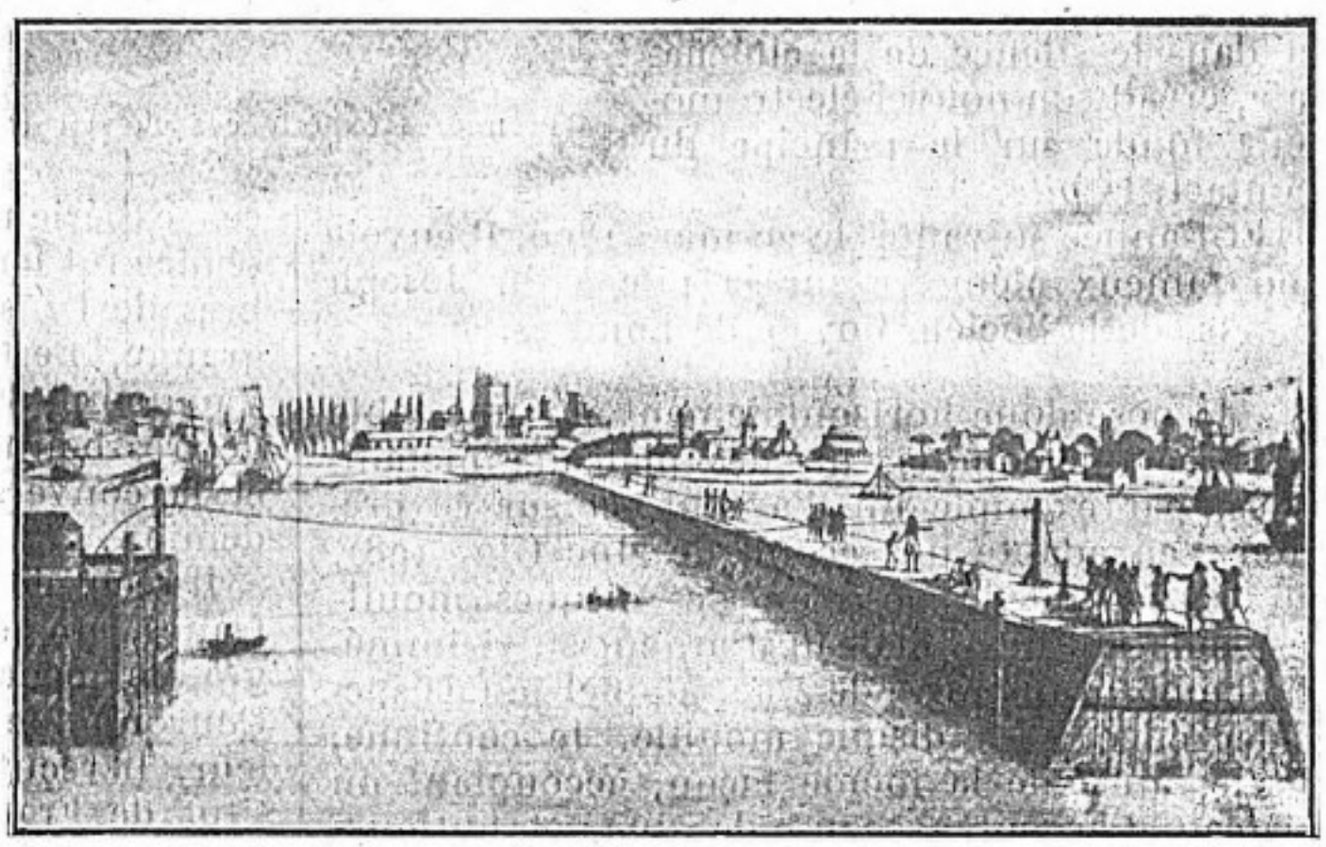


Fig. 199

Première tentative à Londres de transmission du courant électrique à distance. (Sur le môle de droite on voit une grande pile à colonne. Pour fils de retour on avait utilisé l'eau).

nées de sa vie, jusqu'à ce que, après la Restauration de 1814, les Autrichiens étant retournés en Lombardie, il fut contraint de se réfugier à Côme, accusé de bonapartisme. Cependant, plus tard, il est nommé, par les Autrichiens, Directeur de la Faculté physico-mathématique de Pavie, où il reste jusqu'à la fin de 1819, année dans laquelle, fatigué d'une vie longue et laborieuse, il abandonne toute fonction, pour s'établir définitivement à Côme où, le 5 mars 1827, il rendit le dernier soupir.

De politique, il ne s'en était jamais occupé, sinon pour y apporter une influence de rectitude morale. Sa vie, au milieu des luttes les plus terribles, se passa tranquille et sereine entre ses expériences, la contemplation de la divine nature, la dévotion à la foi catholique, l'amour de sa famille, de ses amis, des sages.

C'était un homme de goût exquis, même dans la recherche scientifique qu'il poursuivait comme l'amour chaste et pur des choses sacrées. Il se complaisait à exercer son intelligence sur les sujets vers lesquels son instinct infaillible le dirigeait, et dans cette clarté des observations et des déductions, soumettant, selon les immortels principes de Galilée, toute vérité à l'expérience, il trouvait la satisfaction entière de son esprit. Avait-il l'intuition de l'immense influence que son électromoteur, cette petite colonne de disque de zinc et de cuivre, aurait sur les destinées du monde ? Qui peut le dire ? Certes, il portait en soi la certitude de l'importance exceptionnelle de sa découverte, mais sa grande modestie ne lui permettait pas d'en faire grand cas, et, de Paris, durant son triomphe officiel et ses succès mondains, il écrivait à son épouse une lettre qui est un trésor d'humilité vers l'immense mystère de la vie et le mystère de l'âme encore plus infini, immensité à laquelle il ne se pouvait acquiescer par un enthousiasme de rhéteur, mais seulement par une satisfaction ineffable des nobles efforts de l'intelligence humaine.

La dépouille du grand Comasque repose maintenant dans un petit mausolée du cimetière de Cammago, près du village de Campora qu'il aimait «... une campagne distante seulement d'une petite heure de promenade de Côme, mais solitaire.... »

GIOVANNI CAU.
(Traduit de l'italien par J. Baillaud).

DEVONS-NOUS SAUVER LE LAC TCHAD ?

(Suite)

LES TRIBUTAIRES DU TCHAD.

Il résulte de cette rapide description que l'on peut considérer le Tchad actuel moins comme un vrai lac que comme l'épanouissement d'une grande nappe fluviale dont le cours inférieur, protégé contre l'évaporation par un épais manteau de sable, se prolonge vers le nord-est sur plus de 600 km., alors que son cours supérieur est formé par quatre branches d'inégale importance : le Komadougou-Yoobé, le Yedséram, le Logone et le Chari.

Le *Komadougou-Yoobé*, long de 600 km. environ, vient de l'ouest, des petites collines de la contrée de Kano. Il draine les eaux de ruissellement d'une région située presque entièrement au nord du 12e degré de latitude, où la saison des pluies dure quatre mois à peine ; aussi, est-il à sec environ six à sept mois par an.

Dans son cours supérieur, il est large de 150 à 200 mètres, parfois davantage, et non guéable de fin juillet à fin septembre; puis il se rétrécit graduellement, au point de ne mesurer guère que 25 mètres de largeur à Bosso, près de son embouchure dans le Tchad.

Sur sa rive nord, il ne reçoit aucun affluent visible, ou plutôt il n'en reçoit plus : les anciens cours d'eau qui lui apportaient autrefois les pluies tombées dans les collines de Zinder et du Mounio ne sont plus que des vallées mortes serpentant dans un large massif dunaire, vallées le plus souvent méconnaissables, tant elles sont coupées de coulées de sable, qui les ont transformées en chapelets de cuvettes où stagnent encore de loin en loin

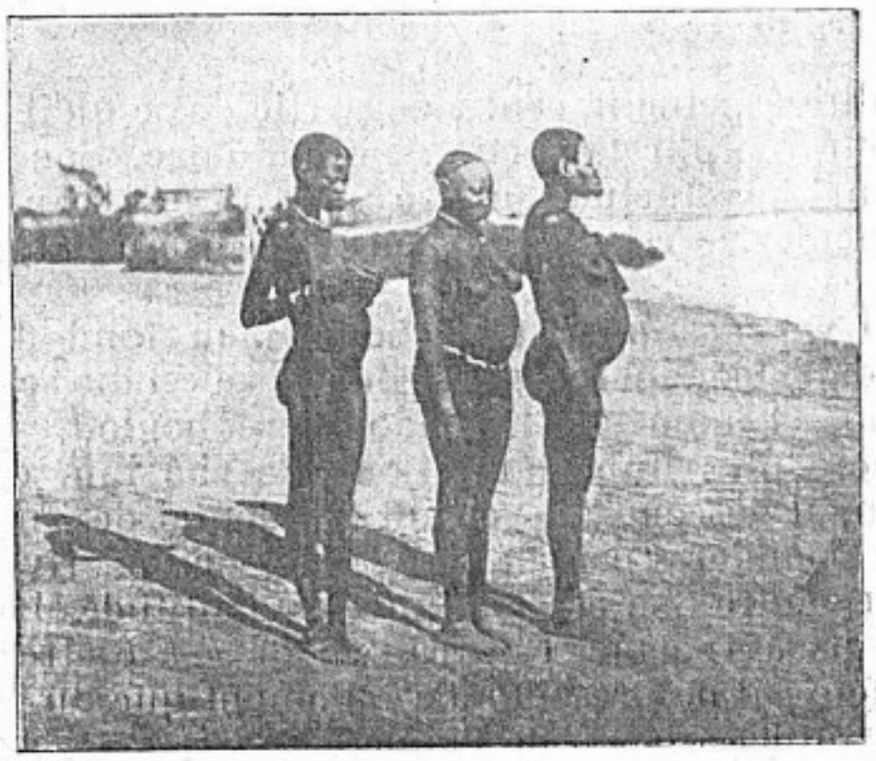


Fig. 200 — Sur les rives du Logone.
Photo Varigault Collection de la Soc. de Géogr

quelques mares et où se trouvent des gisements de sel et de natron qu'exploitent les indigènes.

Sur sa rive sud, le Komadougou-Yoobé reçoit quelques affluents, venant des régions mieux arrosées du Baoutchi et de Goudja; mais la plus grande partie de leurs eaux se perdent en route dans des marais. Dans son cours inférieur, il sert de frontière entre les possessions françaises et britanniques sur environ 150 km. à vol d'oiseau; sa vallée, couverte de belles galeries forestières, est très fertile : sur les deux rives, ce ne sont que villages, plantations de mil et jardins maraîchers, ces derniers irrigués au moyen de l'antique « chadouf », tant que le fleuve a de l'eau, c'est-à-dire jusqu'en mars ou avril. Mais, dès janvier, tout écoulement a déjà cessé et le lit sablonneux n'offre, de place en place, que de longues flaques qui s'évaporent rapidement..

Le volume d'eau apporté normalement au Tchad par le Komadougou-Yoobé est en moyenne de 130 millions de mètres cubes, c'est-

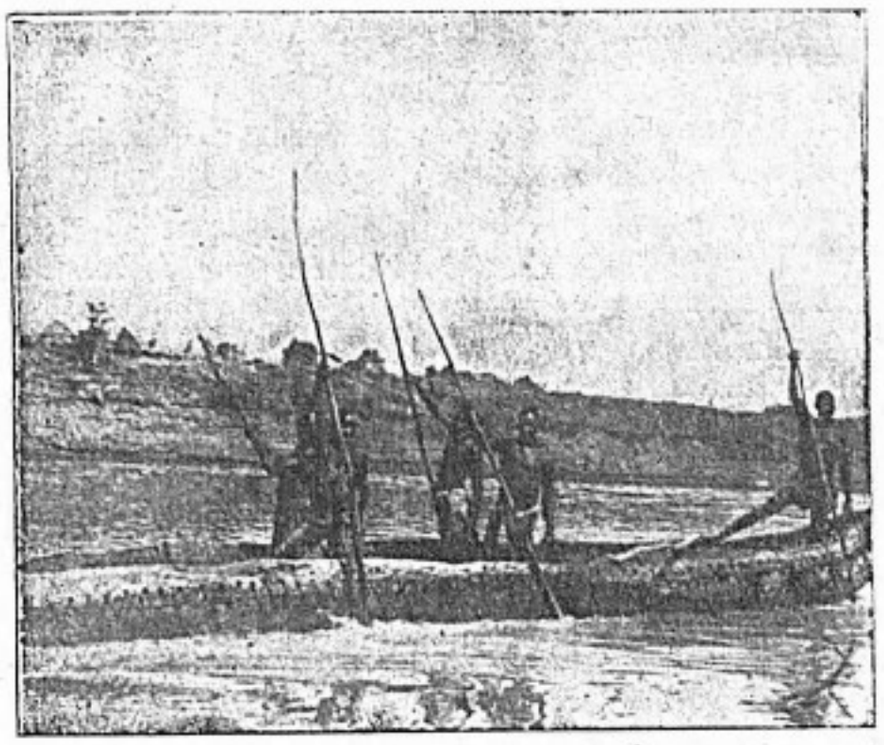


Fig. 201. — Pirogue du Logone près Kousseri.
(*Photo Mission Saharienne Collection Soc. de Géogr.*)

à-dire à peine la centième partie de ce qu'il faut pour remplir la section nord du lac. Son rôle dans les fluctuations de niveau de la nappe tchadienne est donc à peu près insignifiant.

Le *Yedséram*, qui débouche au fond de la grande baie marécageuse du sud-ouest du Tchad, sous le nom de Komadougou-Mboulou, n'est guère plus important. Long de 250 km. environ, il descend du versant occidental des monts du Mandara par de multiples petites rivières nées entre 800 et 1.300 mètres d'altitude. Large de 50 à 120 mètres, profond de 4 à 6, très sinueux, il ne présente d'écoulement que du mois de juillet à la fin de l'année.

Sur presque tout son parcours, il servait de frontière entre la Nigeria britannique et les anciennes possessions allemandes du Nord-Cameroun, traversant des régions fertiles et peuplées. Dans son cours inférieur, il s'étale dans la grande plaine marécageuse de Nsirgou-fada, que de multiples bras de décharge, longs d'une trentaine de kilomètres relient au Tchad.

Bien que ses apports annuels d'eau au lac n'aient fait l'objet d'aucune mesure précise, on peut admettre qu'ils sont compris entre 100 et 200 millions de mètres cubes.

Le *Logone* prend naissance dans les hauts-plateaux et les contreforts montagneux qui marquent la limite nord-est du grand massif du Cameroun, région d'autant mieux arrosée qu'elle est située dans la zone des grandes pluies équatoriales et que les altitudes voisines de 3.000 mètres y sont fréquentes.

Il est formé par trois principales rivières, Penndé, Mbéré et Mvina, dont les multiples branches-mères s'échelonnent sur environ 200 km., entre les massifs de Yadé (1.420 m.) et de Gangha (1.650 m.). Mbéré et Mvina, après avoir coulé en montagne, pendant 200 à 300 km., en direction générale de l'est, entrent en plaine à leur confluent, à 475 mètres d'altitude; puis elles parcourent encore 200 kilomètres vers le nord-est, avant d'être rejointes par la Penndé, à l'altitude de 400 m. et à une cinquantaine de kilomètres en amont de Laï.

Le Logone, ainsi formé, n'a plus guère à franchir que 500 km. en ligne droite, et en direction du nord-ouest, pour atteindre au Tchad son niveau de base à l'altitude de 240 mètres : de telle sorte que la pente générale de sa vallée (environ 0 m. 32 par km.) est, sur ce long parcours, supérieure seulement de 0 m. 07 à celle de la vallée de la Seine entre Paris et Rouen. Il en résulte naturellement de nombreux méandres et un lit mineur très ensablé, surtout en aval du confluent de la Tandjilé, petit tributaire de gauche dont les apports alluvionnaires pourraient bien quelque jour favoriser dangereusement la capture du Logone par la Bénoué.

A partir de là, le fleuve coule dans une vallée très plate, où son lit majeur, fort mal défini, se disperse en une infinité de petites dépressions qui serpentent à travers la plaine et répandent les eaux de la crue annuelle dans de nombreux bas-fonds marécageux, dont certains, comme le Toubouri, que nous étudions un peu plus loin, jouent un rôle des plus importants. Plus en aval, le Logone se ramifie en plusieurs bras de divagation, formant une tête de delta qui s'évase jusqu'à rejoindre le Yedséram à l'ouest et le Chari, à l'est, tandis que d'autres (Ebeyi, Kalia) aboutissent au Tchad ; mais le bras principal se déverse dans le Chari, à Fort-Lamy. Deux affluents (Tsanaga et Balda) apportent à cette partie du Logone les eaux du versant oriental des Monts du Mandara.

Sur sa rive droite, le Logone ne reçoit aucun affluent, à moins de tenir pour tels certains bras de divagation qui le mettent en communication avec le Ba-Illi ; celui-ci est une sorte de rivière morte, — peut-être un ancien lit de la Penndé — avec de multiples branches qui serpentent dans les grandes plaines séparant le Logone du Chari, et aboutissent tantôt à l'un, tantôt à

l'autre de ces deux fleuves, véritable delta intérieur, d'une remarquable fertilité, où les gros villages sont peu nombreux, pour le moment, en raison de l'insuffisance du drainage pendant et après la saison des pluies.

La longueur totale du Logone, en prenant la Mvina comme principale branche-mère, est de 1.000 km. environ, jusqu'à Fort-Lamy, où sont lit mineur se réunit à celui du Chari ; le trajet restant à parcourir pour atteindre le Tchad est de 160 km. le long du fleuve et de 103 km. à vol d'oiseau. Le débit des deux fleuves réunis, mesuré en aval de leur confluent, a été de 41 milliards de mètres cubes d'eau, en 1908, qui fut une année de bonne crue. (Soit environ le 1/40 de celui du Congo, ou près de 5 fois celui de la Seine à son embouchure).

Le *Chari*, dans son cours supérieur, est moins facile à définir que le Logone, car ses quatre branches-mères se déploient en éventail autour de l'ancien lac de Fort-Archambault, sur plus de 1.500 km. de développement, depuis le massif de Yadé, (1.420 m.), au Cameroun, jusqu au Djebel Marra (3.000 m.), en plein Dar-Four. Ce sont, de l'ouest vers l'est et le nord-est, en même temps que par ordre d'importance :

Le Bahr Sara (800 km.) formé par la Nana, l'Ouham et la Fafa ;

Le Bamingui (500 km.), formé par le Koukourou, le Gribingui, le Bangoran ;

Le Bahr-Aouk 800 km.), formé par le Yata, le Mamoun, le Bongoul ;

Le Bahr-Salamat (1.000 km.), formé par les ouadis Kadja et Azoum.

Ces rivières débouchaient autrefois dans un grand lac peu profond, s'étendant sur les plaines dont Fort-Archambault occupe approximativement le centre, lac qui existait peut-être encore au xv^e^ siècle, si l'on en croit la carte de Hondius, dont nous avons parlé plus haut ; il se déversait probablement dans le lac Tchad par un émissaire dont le cours devait coïncider avec la vallée morte actuelle du Batha-Laïri. La rupture du seuil de Gaye (à 70 km. en aval de Fort-Archambault et au pied des collines granitiques de Niellim), lui offrant un débouché plus facile, ce lac s'est vidé progressivement, donnant naissance à la vallée actuelle du Chari, et laissant sur son ancien emplacement une vaste plaine, aux limites encore mal définies, d'une incomparable fertilité.

Si l'on adopte pour principale branche-mère du Chari, le Bahr-Sara, qui, au point de vue des apports d'eau et de la durée saisonnière de la navigation, est nettement la plus importante, ce fleuve mesure environ 1.600 km. de développement, dont près de 1.000 de cours en plaine (750 en ligne droite). De Fort-Archambault au Tchad, la dénivellation est de 140 m. pour une distance à vol d'oiseau de 600 km., ce qui donne une pente moyenne pour la vallée de 0 m. 23, un peu moindre, par conséquent, que celle de la vallée de la Seine, en aval de Paris.

Le Chari, pendant la saison sèche, se traîne paresseusement, comme le Logone, parmi les bancs de sable de son lit mineur, dont les eaux courantes n'occupent qu'une faible partie ; au mois de juillet, le fleuve commence à gonfler avec les premières pluies, puis, il envahit son lit majeur, où divaguent, sous une épaisse brousse, des centaines de dépressions qui s'entrecroisent en tous sens et parfois s'écartent à grande distance des rives pour rejoindre et remplir d'anciens lits : tels, vers l'est, le Laïri, l'Erguig, le Ligna, et, vers l'ouest, le Ba-Illi, dont les multiples rameaux mettent les eaux du Chari en communication avec celles du Logone, bien avant qu'elles ne se réunissent, à Fort-Lamy, dans un lit commun.

La crue du Chari atteint son maximum, à Fort-Archambault, vers fin septembre, avec 5

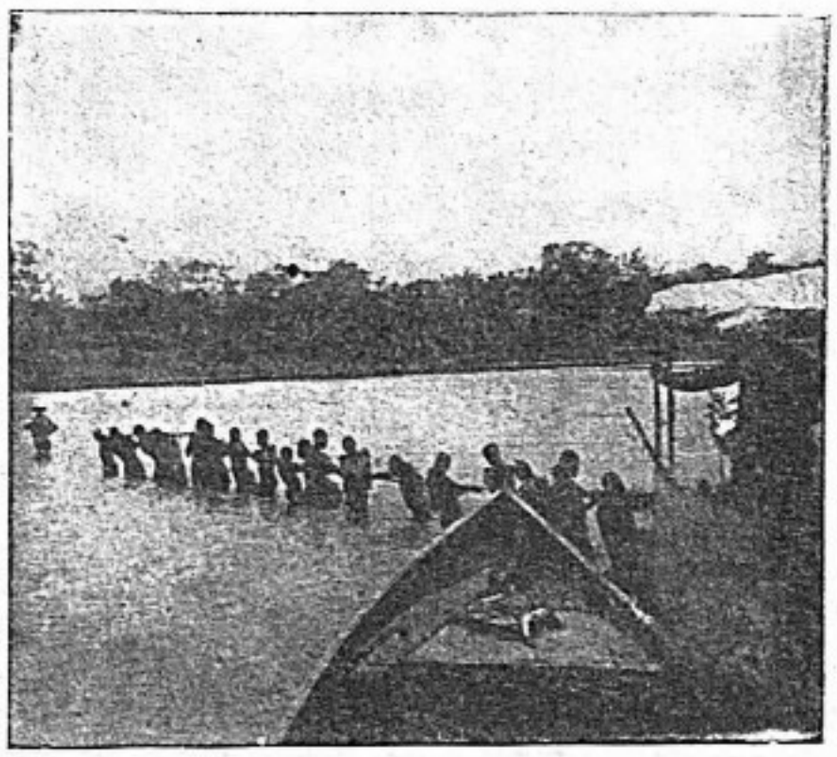


Fig. 203 — Le Chari aux basses eaux
(Photo Mission Saharienne Collection Soc. de Géogr.)

mètres environ au-dessus de l'étiage, c'est-à-dire sensiblement dans les mêmes conditions de temps et de volume que celle du Logone à Laï ; mais sa décrue est plus lente, en raison de la plus grande diversité de ses origines. A Fort-Lamy, à 600 km. en aval, où le plein flot du Logone précède de quelques jours celui du Chari, la hauteur de la crue atteint 7 à 8 mètres et se maintient à ce niveau pendant 4 à 6 semaines.

Encore cette énorme masse d'eau (30 milliards de mètres cubes du 15 août au 30 novembre, en 1908) ne représente-t-elle qu'une partie seulement des apports que les deux fleuves ont reçus de leurs branches-mères, celle que leurs lits ont pu contenir et écouler. Le surplus, dont l'importance est peut-être plus considérable encore, s'est répandu d'abord dans les innombrables bas-fonds dont les plaines avoisinantes sont constellées, puis; se superposant aux eaux stagnantes des pluies locales, il s'est étalé sur tout le pays, baignant le pied des arbres et des grandes herbes dans un liquide limoneux de plusieurs décimètres d'épaisseur, et rendant

précaires et malaisées toutes communications entre les multiples villages des naturels, juchés sur des bosses de terrain de quelques mètres de relief.

Ainsi, les vingt millions d'hectares de la Mésopotamie Tchadienne, limons lentement accumulés pendant des milliers d'années, et régulièrement inondés par le Logone et le Chari, quatre mois par an, constituent des terres de premier ordre pour les cultures tropicales qui ont besoin

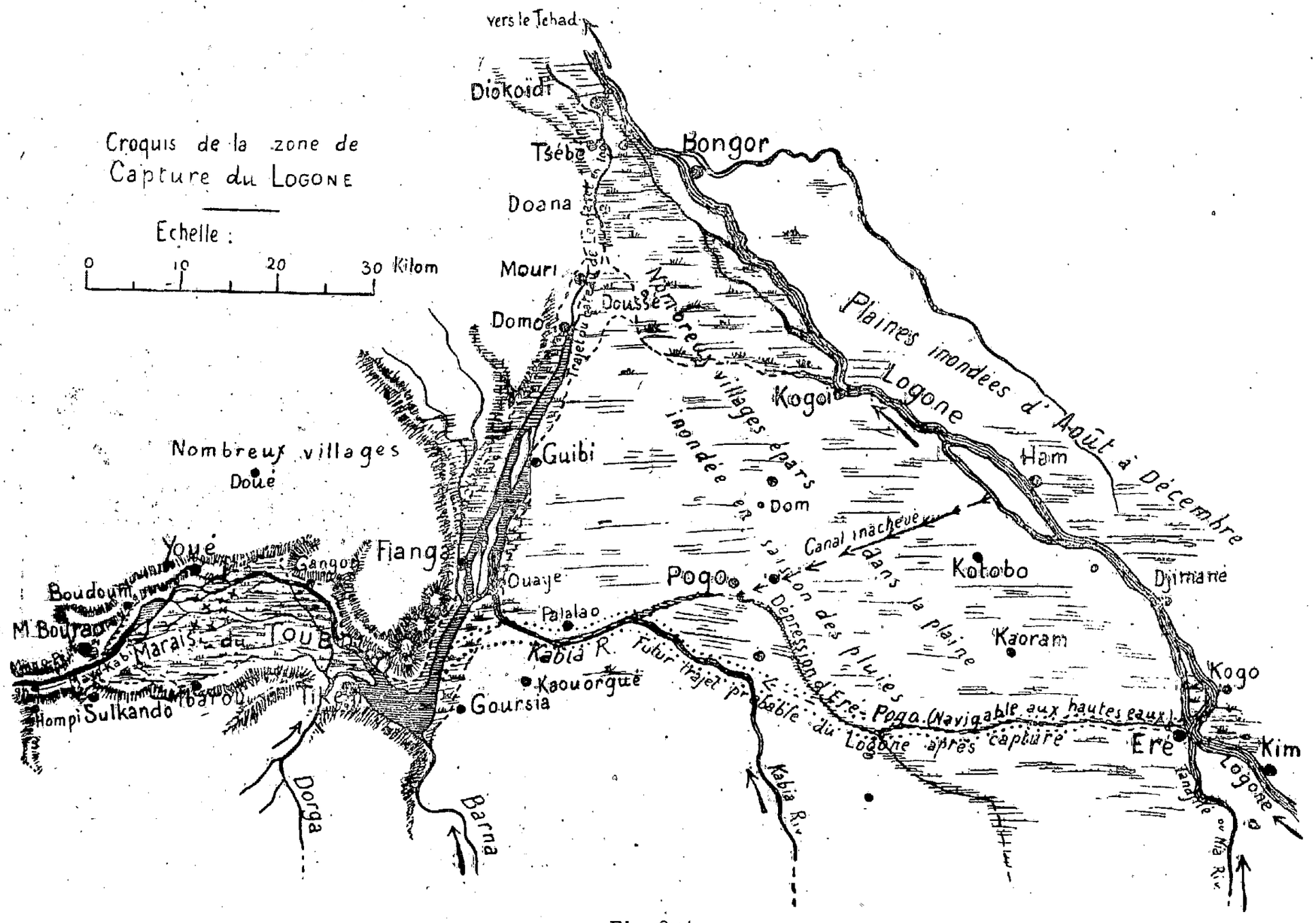


Fig. 204

de soleil et d'humidité, pendant leur croissance, et de chaleur sèche, lors de la fructification.

La densité de peuplement de ces terres privilégiées est satisfaisante pour l'Afrique centrale : 4 à 6 habitants au kilomètre carré ; mais ces pays, il faut se le rappeler, ont été jusqu'à ces derniers temps, ravagés par les razzias périodiques des grands négriers, dont le dernier, le sanguinaire Rabah, ne disparut qu'en 1900, tué au combat de Kousseri, en même temps que son vainqueur, le commandant Lamy. Le régime de paix et de sécurité, instauré depuis lors, favorise le développement de ces populations dociles et laborieuses, ainsi qu'en témoignent les derniers recensements, et il ne paraît point douteux que, dans l'avenir, quand nous aurons exécuté les travaux de barrages, drainages, etc..., indispensables à l'utilisation méthodique des inondations et à l'assainissement des parties marécageuses, l'augmentation constante du nombre des habitants ne mette à la disposition de la France coloniale la main-d'œuvre suffisante pour la mise en valeur de ces terres fertiles, où le coton et le kapok, la canne à sucre, le mil et le sorgho, le riz et le maïs, le manioc et le tabac, le café et le caoutchouc de plantation, les fruits et les cultures maraîchères, etc..., peuvent donner les plus belles récoltes.

Et c'est pour conserver aux générations à venir toutes ces richesses en puissance que nous devons nous préoccuper dès maintenant de la protection du bassin du Tchad dans la zone dangereuse du Toubouri, en partie conquise déjà par le bassin du Niger, mais qu'il est possible encore de lui reprendre.

Toubouri-Bénoué-Niger.

Le Toubouri, talon d'Achille de la Mésopotamie Tchadienne, arrive au contact de la rive gauche du Logone à 350 km. environ de son embouchure dans le Tchad ; il s'étend vers l'ouest, formant une dépression presque horizontale d'une centaine de kilomètres de développement jusqu'au bord de l'entablement granitique du plateau soudanais.

L'hypothèse qu'une communication, plus en-

moins aisément navigable, pouvait s'établir entre le Niger et le Tchad, en saison des pluies, par l'intermédiaire de cette dépression, fut émise pour la première fois par Barth (1) à la suite de son voyage au Logone, en 1852. Elle ne put être pratiquement vérifiée qu'un demi-siècle plus tard, lorsque le commandant Lenfant eût réussi à passer, avec un chaland d'acier, d'abord de la Bénoué dans le Toubouri, en contournant par voie de terre une section de rapides et de chutes, puis du Toubouri dans le Logone, en naviguant péniblement à travers la zone d'inondation qui les met en contact temporaire, au moment des hautes eaux annuelles (2).

Examinons les conditions dans lesquelles se présente cette communication, si grosse de menaces pour l'avenir du Tchad, et qui s'est révélée, à l'usage, trop précaire pour constituer la grande voie navigable de l'Atlantique au Tchad, que Lenfant, à la suite de son succès, avait préconisée pour les transports de ravitaillement des troupes de l'Afrique centrale (3.

La dépression du Toubouri se divise en trois sections bien distinctes : celle de la Kabia (ou de Fianga), à l'est, qui avoisine le Logone ; celle de la Barna et Dorga (ou de Tikem), au centre, et la section rocheuse (ou de Youé-Mbourao), à l'ouest, au bord de l'entablement du plateau dominant la vallée de la Bénoué.

Section de la Kabia. — Occupée par l'étang de Fianga et par la « Communication » où put passer autrefois le chaland de Lenfant, cette section représente l'ancien cours inférieur de la Kabia, alors que cette rivière se déversait dans le Logone, entre Bongor et Diokoïdi. Longue de 150 km. à peine, celle-ci n'est qu'un minuscule cours d'eau qui serait dépourvu d'importance s'il ne jouait maintenant un rôle de premier plan dans la tentative de capture du Logone par la Bénoué : à ce titre, la Kabia mérite de retenir l'attention, car c'est d'elle que dépend, en fin de compte, le maintien ou la disparition du lac Tchad.

La Kabia, descendue des collines du pays laka, coule parallèlement au Logone, à une trentaine de kilomètres de sa rive gauche, dans une plaine herbeuse et complètement inondée chaque année

(1) Barth ne put pousser son exploration jusque dans la dépression même du Toubouri : il fut arrêté à une vingtaine de kilomètres au nord; ce sont les renseignements recueillis au cours de cette expédition et d'une autre, auprès des indigènes qui lui permirent d'émettre son hypothèse. Il supposait d'ailleurs que la différence de niveau entre le Toubouri et la Bénoué était peu importante.

(2) Le capitaine Löffler, en 1901, et le lieutenant Faure, en 1903, avaient partiellement vérifié l'exactitude des suppositions de Barth. Pour en donner une démonstration complète et pratique, le commandant Lenfant résolut d'atteindre le lac Tchad par le Niger et la Bénoué, avec une forte embarcation métallique, démontable en pièces de 60 kgr. au maximum (chaland « Benoît-Garnier », 12 m. 50 de long, 2 m. 50 de large, 1 m. 20 de creux).

Parvenu, sans encombre, sur le Mayo-Kabi, il fut arrêté au pied de la falaise du plateau soudanais, par une chute verticale de 50 à 60 m. de hauteur, que Faure avait reconnue quelques mois auparavant et baptisée « Chute Gauthiot ». Elle ne pouvait être tournée que par voie de terre. Le chaland fut alors démonté et transporté sur une trentaine de kilomètres, pièce par pièce, jusqu'au sommet du plateau, à Mbourao, à l'extrémité occidentale des marais du Toubouri. Le remontage du « Benoît-Garnier » ayant été heureusement effectué, Lenfant reprit sa navigation vers l'est, à la recherche d'une passe navigable permettant de pénétrer du Toubouri dans le Logone. Après de longs tâtonnements, il finit par découvrir un chenal, suite de mares profondes séparées par des seuils, où le chaland put lentement progresser, non sans râcler maintes fois le fond vaseux de la précaire « Communication » qui venait d'être ainsi victorieusement franchie.

(3) Si la tentative de Lenfant avait été faite en 1904 au lieu de 1903, il eût été contraint, pour passer du Toubouri dans le Logone, de procéder à un nouveau démontage de son bateau; car la crue ayant été moins forte; la « Communication » fut trouvée impraticable par Audoin et d'Adhémar, chargés d'étudier l'organisation rationnelle du transit par cette nouvelle voie d'accès au Tchad.

Pour y remédier, il eût fallu déblayer le chenal envasé reliant les diverses mares, soit environ une douzaine de kilomètres de tranchée à creuser; malheureusement, cette courte section du Toubouri se trouvant alors en territoire allemand, cette solution ne put être utilisée. Force fut donc de recourir à un transbordement par porteurs et voitures à bras, sur un parcours de 30 kilomètres environ en territoire français, de Pogo, sur le Toubouri, à Ham sur le Logone; 90 tonnes de ravitaillement purent ainsi venir au Tchad par la voie Niger, Bénoué, Toubouri, au cours des années 1905 et 1906.

Les difficultés rencontrées sur ce trajet de Pogo à Ham (marécages et terres détrempées imposant de dures fatigues aux populations locales) firent abandonner cette voie en 1907; mais il fallut y avoir recours de nouveau, en 1910, lorsque l'insurrection du Ouadaï nécessita l'envoi de deux bataillons de renfort et, dans le but de la rendre plus pratique, sans imposer aux naturels de trop pénibles corvées, le colonel Largeau décida de creuser un canal de jonction entre Pogo et Ham, utilisable six à huit mois par an, grâce aux prélèvements d'eau que sa pente légèrement descendante vers le Toubouri permettait de faire dans le lit mineur du Logone. C'étaient 200 à 300 millions de mètres cubes d'eau supplémentaires qui allaient passer ainsi du bassin du Tchad dans celui du Niger et augmenter la puissance d'érosion régressive du Mayo-Kabi.

Les travaux ne purent être effectués qu'à moitié en 1911, par suite de l'accord franco-allemand, aux termes duquel la France cédait à l'Allemagne, en échange de l'abandon de ses prétentions au Maroc, de vastes territoires dans la région Congo-Tchad, au nombre desquels figurait le Toubouri tout entier.

Depuis lors, bien que ces territoires soient rentrés en notre possession, il n'a plus été question de poursuivre ces travaux : seul demeure le canal provisoire, simple tranchée sans écluses qui déverse chaque année dans le Toubouri quelques dizaines de millions de mètres cubes d'eau du Logone, perdus pour le Tchad, et travaillant contre lui.

d'août à décembre ; sensiblement horizontale au voisinage du fleuve, cette plaine s'abaisse ensuite doucement vers la Kabia, qui est *en contrebas* de quelques mètres ; elle est striée de multiples dépressions, irrégulièrement orientées et de faibles éminences discontinues, où se tiennent les villages des indigènes. L'une de ces dépressions, celle d'Eré-Pogo, mérite une mention particulière, car elle semble tout indiquée pour constituer le nouveau lit du Logone dans le cas où nous ne pourrions pas empêcher la capture de ce fleuve : en saison sèche, ce n'est qu'un chapelet de mares commençant près du confluent de la Tandjilé et du Logone (où se remarque un coude dangereux, avec bras mort et une grande île, conditions très favorables à un engorgement du lit du fleuve pendant une forte crue) et s'allongeant pendant une cinquantaine de kilomètres, jusqu'à Pogo, sur la Kabia, sans autres interruptions que de petits seuils insignifiants séparant les mares entr'elles En saison des pluies, elle constitue une *ligne d'eau continue et navigable, joignant le Logone à la Kabia, avec courant descendant vers la Kabia.* Celle-ci, pénètre alors dans l'étang de Fianga qu'elle remplit, comme si elle tentait encore de porter le tribut de ses eaux au Logone; mais à l'extrémité nord de cet étang, elle trouve le passage bouché par l'accumulation de ses propres alluvions, déposées là au cours des siècles, par suite d'un refoulement de son courant par le courant plus vigoureux de la pleine crue du Logone.

Actuellement, le colmatage de l'ancienne embouchure de la Kabia s'étend sur une distance de 15 à 18 km., depuis Diokoïdi jusqu'aux abords de Mouri et chaque crue nouvelle accroît l'importance des dépôts : c'est l'obstruction de plus en plus complète de la « Communication » si péniblement franchie par Lenfant, en 1903, qui, selon son rapport, était alors « une ligne d'eau formée d'étangs, *reliés par une petite rivière, dans laquelle un courant appréciable se manifestait* ». Les étangs subsistent toujours, mais non la petite rivière : c'est elle qu'il importe de faire revivre au plus tôt, par un nettoyage de son ancien lit et par le creusement de quelques chenaux de jonction entre les étangs, de façon que les eaux de la Kabia reprennent leur ancienne route vers le Tchad : travail facile qui ne comporterait guère qu'une dizaine de kilomètres de tranchée, de trois mètres de profondeur sur six à huit de largeur.

Ayant rempli l'étang de Fianga, sans pouvoir trouver d'issue vers le Logone, la Kabia reflue vers le sud et, franchissant le seuil de Ouaye, elle se répand dans la vallée d'un de ses anciens tributaires, la petite Barna, pour aller remplir l'étang de Tikem, au pied des rochers de Daoua, pointement granitique de 200 m. de hauteur isolé dans la plaine.

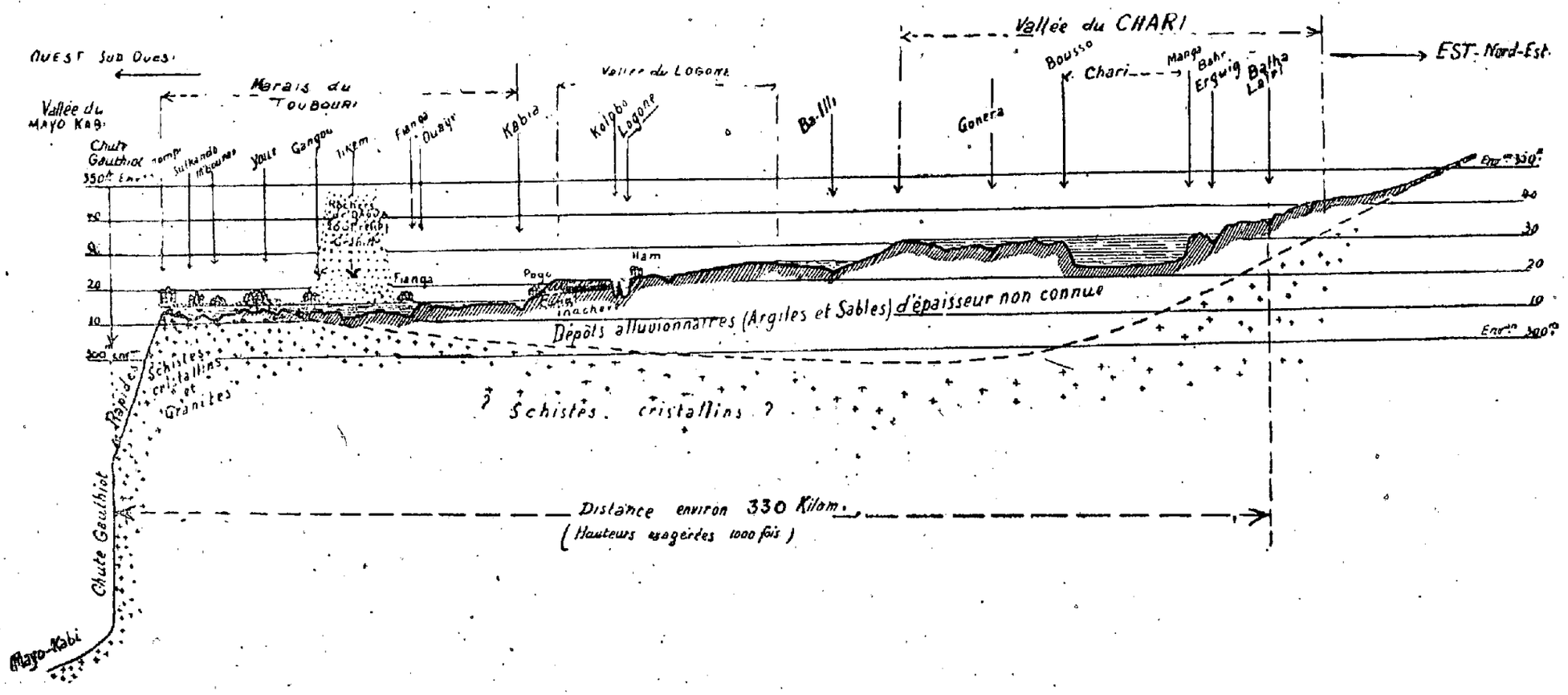


Fig. 205. — Profil schématique de la zone Toubouri, Logone, Chari, entre M'Kouras et Melfi.

Section de Tikem. — Cet étang de Tikem a été primitivement formé par les deux petites rivières Barna et Dorga, descendues des collines du pays laka, tout comme la Kabia, à qui allait autrefois le trop-plein de leurs crues. La situation est maintenant renversée, et c'est la Kabia qui se déverse dans l'étang de Tikem, au lieu de lui servir de déversoir ; aussi l'étang se prolonge-t-il vers l'ouest par un grand marais de 10 à 12.000 hectares, bordé sur sa lisière nord par un chenal (navigable aux hautes eaux) d'une douzaine de mètres de largeur, deux à trois mètres de profondeur et présentant un courant vers l'ouest de un à deux kilomètres à l'heure. Ce courant est probablement même un peu plus accentué aujourd'hui qu'en 1904, époque où il

fut mesuré par Audoin et Adhémar, mesures qui n'ont pas été recommencées depuis ; mais il est probable qu'il est surtout dû au fait que chaque année, l'importance des apports de la Kabia (prélevés sur le Logone) augmente en quantité et en durée, phénomène inévitable aussi longtemps que l'ancien débouché de cette rivière dans le Logone n'aura pas été rouvert.

Section rocheuse. — A partir de Gangou, le lit de la dépression, jusqu'alors argileux, commence à s'accidenter de roches éparses, se comptant bientôt par centaines, dont plusieurs émergent de quelques mètres au-dessus des plus hautes eaux ; en même temps, le chenal navigable devient très sinueux, de moins en moins profond et se disperse en nombreux petits bras divagant dans les marais. De toute évidence, nous sommes là sur la crête même de bordure de l'ancienne ligne de partage entre les bassins du Tchad et du Niger, crête rocheuse que le Mayo-Kabi a patiemment rongée pour s'annexer les eaux du marais de Toubouri, qui se termine juste au bord de l'échancrure de l'entablement.

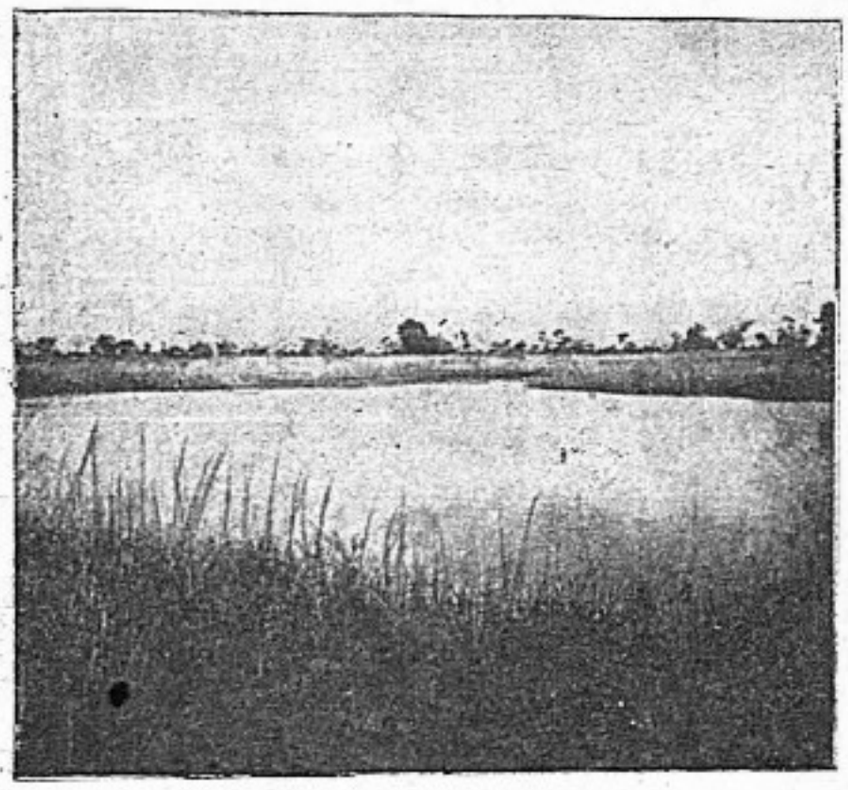


Fig. 206. — Dépression Eré Pogo.
(Photo Varigault Collection Soc. de Géogr.)

Puis, la vitesse du courant s'accentue progressivement dans le chenal devenu une rivière sans profondeur, sautillant parmi des pointes de rochers désagrégés ; ensuite commencent des rapides qui s'échelonnent sur une vingtaine de kilomètres, pour aboutir à la Chute Gauthiot. La dénivellation totale entre le pied de la chute et le bord du Toubouri est de 100 mètres au moins, d'après Lenfant.

Nécessité d'un barrage. — Aucune étude de cette dernière section du Toubouri n'a été faite, depuis 1903 et 1904, où Lenfant, Audoin et d'Adhémar y recueillirent les indications résumées ci-dessus. Il serait pourtant d'un intérêt capital de savoir de combien s'est abaissé, sous le rabotage des eaux, le seuil granitique de bordure qui soutient le plan d'eau du marais, pendant le quart de siècle qui vient de s'écouler : quelque lente que puisse être la désagrégation de ces roches, il ne faut pas perdre de vue qu'il suffirait d'un approfondissement de quelques décimètres du chenal de sortie pour que s'accroisse notablement le volume annuel des eaux soutirées au Logone par la Kabia, et pour que s'accélère dangereusement son travail d'érosion régressive dans l'inquiétante dépression de Pogo à Eré.

S'il est possible de fermer la brèche par un barrage, en même temps que serait rouvert l'ancien débouché de la Kabia dans le Logone, nous pourrions, par la construction d'un tel ouvrage, nous rendre maîtres de la situation pour un temps pratiquement indéfini. Non seulement les eaux du Toubouri ne pourraient plus s'échapper vers le Niger que dans la mesure où nous le jugerions utile, mais elles pourraient être accumulées dans cette dépression, ainsi transformée en un gigantesque réservoir d'un milliard de mètres cubes d'eau, dominant de plus de 100 mètres les riches vallées du Mayo-Kabi et de la Bénoué.

La nécessité d'un tel barrage apparaît donc comme évidente et il ne semble pas, de prime abord, que son édification doive se heurter à de trop grandes difficultés.

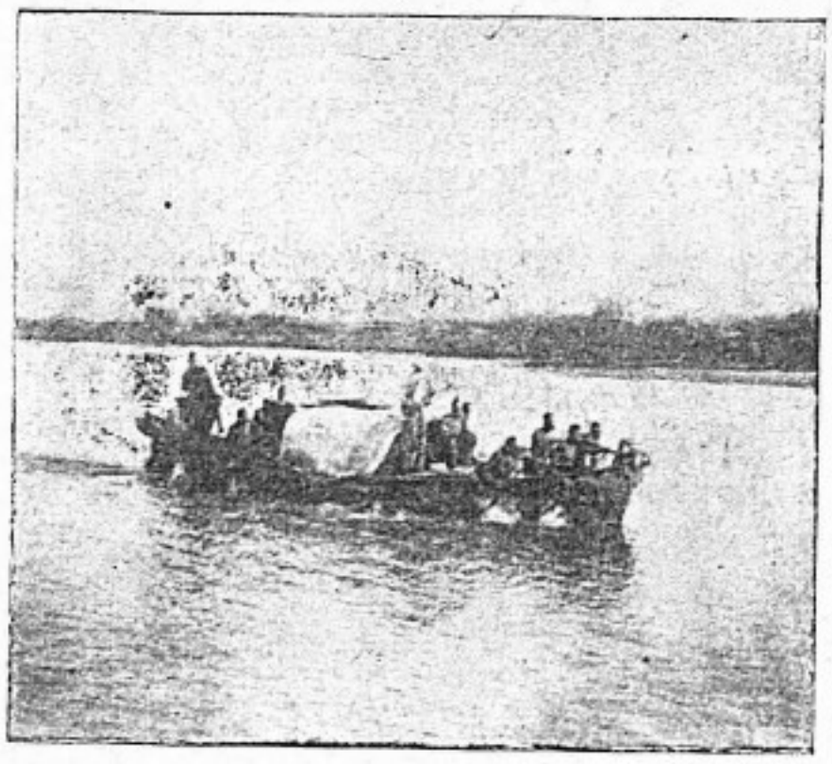


Fig. 207. — Baleinière sur le Toubouri.
(Photo Varigault Collection Soc de Géogr

Le Mayo-Kabi. — Du pied de la chute Gauthiot, le Mayo-Kabi, coule vers l'ouest, à travers la riche vallée qui lui donne son nom ; large d'une vingtaine de mètres et très sinueux, il alimente de petits lacs, Tréné, Léré, Nabaré, puis, grossi d'affluents qui en quadruplent le débit, il s'incurve vers le sud, pour aller finir dans la Bénoué, à une vingtaine de kilomètres en amont de Garoua. Sa longueur totale, depuis la chute jusqu'à son embouchure n'atteint pas 200 km. ; mais il convient de remarquer que

les véritables branches-mères du Mayo-Kabi sont, d'une part, la Dala, descendue, comme la Kabia, des collines du pays laka et, d'autre part, la Loué, descendue des monts du Mandara : celle-ci, beaucoup plus importante que celle-là ; toutes deux néanmoins sont passées au second plan depuis qu'un minuscule affluent terrentiel, et autrefois temporaire sans doute, a réussi à creuser la brèche par où il aspire une partie, plus considérable chaque année, des eaux du Toubouri. Au début du siècle, il ne passait dans la chute Gauthiot, en pleine saison sèche, que de minces filets d'eau ; en mai 1926, alors que

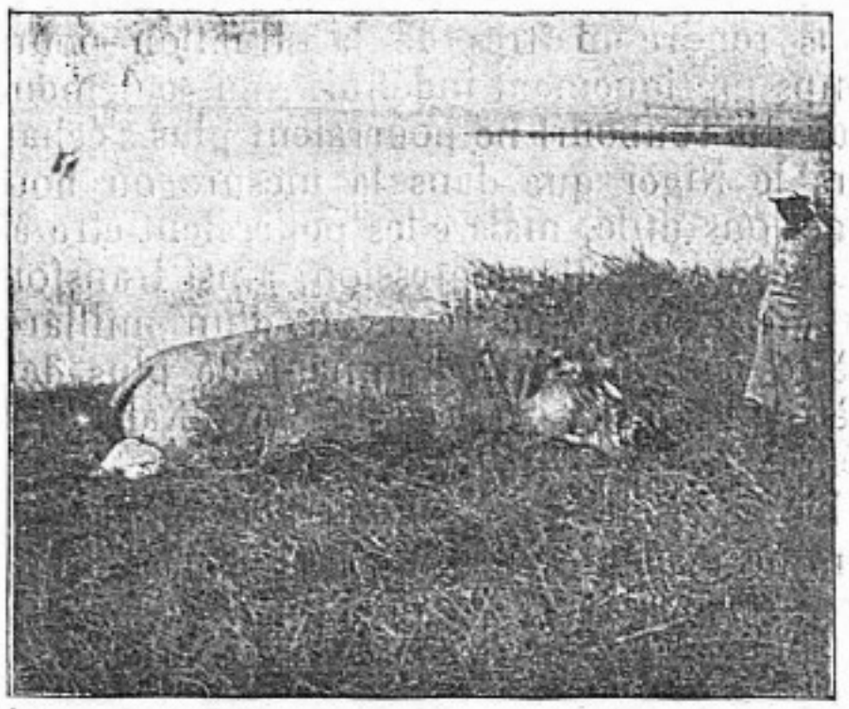


Fig. 208. — Le Toubouri central.
(*Photo Varigault Collection Soc de Géogr*)

le Toubouri était aux plus basses eaux, la chute, au dire de Th. Monod qui l'a visitée à ce moment, était des plus imposantes ; preuve évidente de l'abaissement graduel du seuil de soutien du plan d'eau de cette dangereuse dépression ; argument péremptoire pour que nous nous efforçions d'aveugler cette voie d'eau, avant qu'il soit trop tard.

La Bénoué. — Cette grande rivière, dont le nom signifie « La Mère des eaux », prend naissance comme le Logone, aux environs de Ngaoundéré, vers 1.100 ou 1.200 m. d'altitude, dans des contreforts du massif de Yadé Gangha. Coulant d'abord vers le nord, elle dévale, le long des pentes raides du massif, d'environ 700 mètres en moins de 50 kilomètres. Puis, s'infléchissant vers le nord-est et le nord, elle longe la base du grand plateau soudanais, sur lequel se traîne paresseusement le Logone, sans cesse grossi d'affluents de plus en plus importants ; elle mesure près de 400 mètres de largeur, lorsqu'elle reçoit le Mayo-Kabi, à l'altitude de 225 mètres, après un parcours de 300 km. à peine.

A partir de là, elle prend la direction ouest-sud-ouest, qu'elle conserve pendant 800 km., jusqu'à son débouché dans le Niger, à Lokodja, à l'altitude de 60 mètres ; la pente générale de sa vallée est, dans cette longue section, de 0 m. 20 par kilomètre, c'est-à-dire inférieure de 0 m. 05 à celle de la vallée inférieure de la Seine, entre Paris et Rouen. Sur tout ce parcours en plaine, la Bénoué se maintient entre les 7e et 8e degrés de latitude nord, c'est-à-dire dans la zone des grandes pluies équatoriales : aussi, ses nombreux affluents, et en particulier ceux qui débouchent sur sa rive gauche, lui apportent-ils de grandes quantités d'eau, provenant du versant nord-occidental du massif du Cameroun, qui, par sa proximité de l'Océan, autant que par ses basses latitudes et surtout ses hautes altitudes, compte parmi les plus privilégiées de toutes les régions équatoriales africaines, au point de vue des précipitations atmosphériques.

A Yola, 100 km. environ après son confluent avec le Mayo-Kabi, la Bénoué mesure déjà près d'un kilomètre de largeur ; à Ibi, à 400 km. plus loin, elle dépasse 1.500 mètres. A Lokodja, elle est aussi large, aussi profonde et aussi importante que le Niger, dans lequel elle se déverse : plus importante même, en tant que voie navigable, car, les bateaux à vapeur de 2 m. de tirant d'eau qui ne peuvent guère remonter le Niger à plus de 300 km. en amont, atteignent

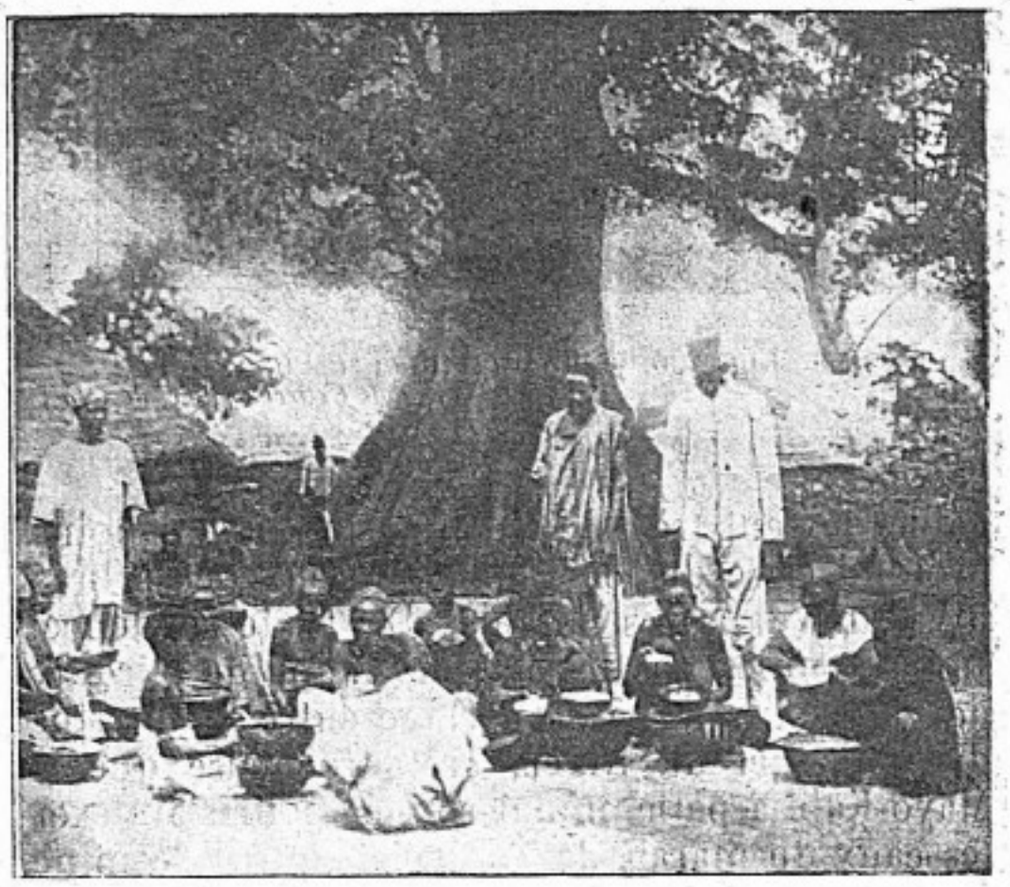


Fig. 209. — Marché de M'bourao.
(*Photo Varigault Collection Soc. de Géogr*)

aisément sur la Bénoué, Garoua, à 800 km. de Lokodja, pendant les mois d'août, de septembre et d'octobre ; ceux de moins de 0 m. 75 y peuvent naviguer de la fin de juin aux premiers jours de février.

La crue annuelle de la Bénoué commence au début de juin et prend fin en février ; son maximum se produit entre le 15 septembre et le 5 octobre, c'est-à-dire sensiblement en même temps que dans le Logone et le Chari. Ce qui permet de dire que la « Mère des Eaux » qui, depuis longtemps, cherche à s'annexer ces deux fleuves, n'a nul besoin de leurs apports pour

assurer son alimentation et prolonger la durée de sa navigabilité. Bien au contraire ! Car l'afflux massif de quelque 10 à 30 milliards de mètres cubes d'eau supplémentaire dans la Bénoué au moment de sa pleine crue déterminerait un surcroît d'inondation qui constituerait pour les populations riveraines une véritable calamité.

Que dire, d'autre part, des dégâts que causerait l'irruption de ce formidable flot dans la modeste dépression du Toubouri et de son passage torrentiel dans la riche vallée du Kabi !

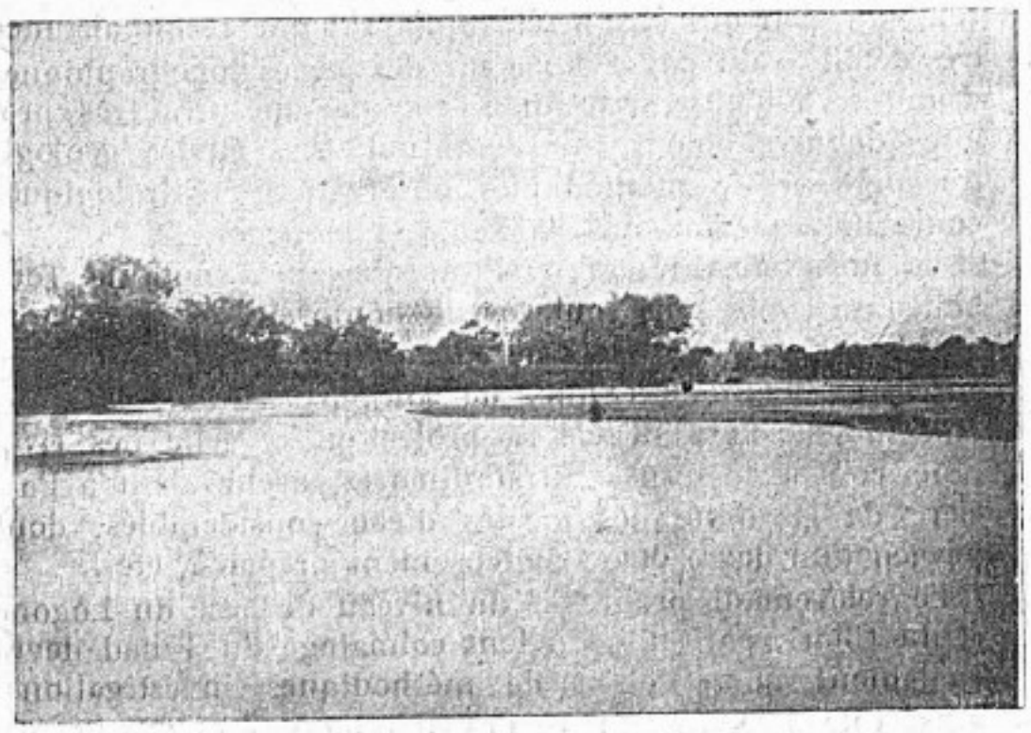


Fig. 210. — Mayo Binbers une des têtes du Mayo Kabi.
(Photo Varigault Collection Soc. de Géogr)

Terres ravagées, villages emportés, bétail détruit, populations noyées, tel serait le bilan d'une catastrophe aussi désastreuse pour ces régions que pour les contrées tchadiennes vouées à la stérilité du désert par le détournement définitif des eaux indispensables à leur prospérité et à leur existence même !

Pour enrayer la catastrophe.

Notre conclusion de cette étude des conditions dans lesquelles se poursuit depuis de longs siècles la lutte entre les bassins du Tchad et du Niger se dégage nettement de l'exposé sommaire que nous venons de présenter : du point de vue purement météorologique, la vie du Tchad et la prospérité des régions qui en dépendent sont assurées, pour aussi longtemps qu'une profonde modification de climat ne se manifestera pas dans l'hémisphère boréal ; du point de vue géologique, par contre, le danger est pressant et la catastrophe qui se prépare ne pourrait être évitée que si nous décidions de prendre à temps les mesures de conservation qui s'imposent.

Il importe, par conséquent, de ne pas tarder plus longtemps à organiser nos moyens de lutte, car, en l'occurence, le temps travaille inlassablement pour la Bénoué, et contre le Tchad, c'est-à-dire contre nous : il peut survenir, en outre, des circonstances imprévisibles (mouvements sismiques coïncidant avec des obstructions de chenaux et avec de fortes crues) telles que les fissures et les affouillements amorcés sur la rive gauche du Logone viennent à s'agrandir assez pour livrer passage à d'importantes masses d'eau qui, sollicitées par l'attraction puissante du niveau de base océanique, dévaleraient furieusement vers la Bénoué, saccageant tout sur leur passage.

Nos moyens d'action sont de deux sortes : les uns peuvent — et doivent — être mis en œuvre dès maintenant, sans qu'il soit besoin de les préparer par de longues et minutieuses études ; les autres nécessitent l'intervention sur place de spécialistes qualifiés.

Les premiers auront pour objet de diminuer le plus possible les effets nocifs de l'érosion régressive de la Kabia, de restituer au Logone une importante portion des eaux qui s'en échappent au moment des crues et d'amoindrir le coefficient d'usure annuelle du seuil granitique de soutien du plan d'eau du Toubouri.

Les seconds doivent tendre à aveugler la brèche ouverte par le Mayo-Kabi dans la crête de bordure séparant normalement les bassins du Tchad et du Niger, en même temps, qu'à relever

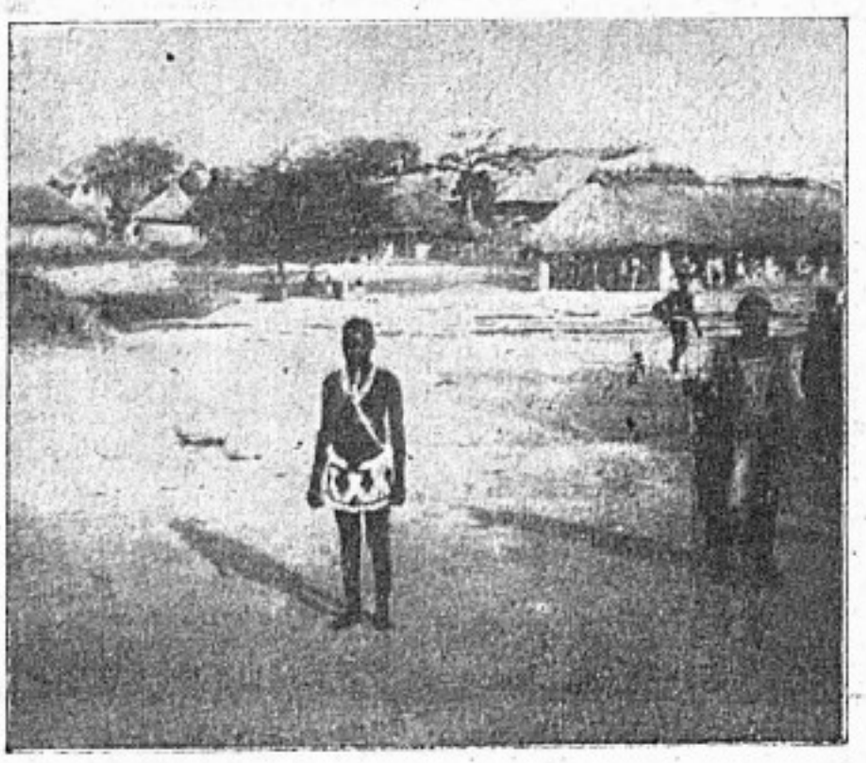


Fig. 211 — Village Moundang.
(Photo Varigault Collection Soc. de Géogr.)

le plan d'eau du Toubouri, de telle façon que la pente générale de sa nappe s'incline imperceptiblement vers le Tchad, au moment des hautes eaux. Ils doivent de plus avoir pour objet de faciliter l'évacuation vers le Tchad des eaux de crue du Logone et du Chari, par une régularisation de leurs lits mineurs, dont la tendance à l'ensablement et à l'exhaussement est trop souvent favorisée par de grandes boucles, presque fermées parfois, qui, allongeant inutilement le trajet à parcourir par les eaux, affaiblissent leur pente et la vitesse de leur courant.

Dans la première série des travaux de défense, on doit envisager tout d'abord les suivants :

1° Large déblaiement de l'ancien débouché de la Kabia dans le Logone, entre le nord de l'étang de Fianga et Diokoïdi, par le creusement du chenal obstrué (que Lenfant avait appelé « la Communication »), sur une largeur de 6 à 8 mètres et une profondeur de 2 à 3, au minimum ; abstraction faite des mares profondes qui en jalonnent le parcours, la tranchée à ouvrir ne dépasserait pas 10 à 12 kilomètres de longueur.

2° Comblement de l'inutile et nuisible canal de Ham à Pogo, aux endroits les plus favorables, avec tassement énergique des terres de colmatage ; on diminuera ainsi la quantité d'eau annuelle qui passe du Logone dans la Kabia après l'écoulement du plein flot de la crue.

3° Aménagement du petit seuil de Ouaye, à l'entrée de l'étang de Fianga, pour y faciliter l'irruption des eaux de la Kabia.

4° Nettoyage et surveillance du lit du Logone, au confluent de la Tandjilé, pour éviter qu'à la faveur d'un engorgement à la pointe sud de l'île, de fortes quantités d'eau ne passent dans la dépression d'Eré-Pogo.

Ces mesures favoriseraient le maintien ou le retour au Logone d'une bonne partie des eaux de la Kabia et diminueraient d'autant le volume de

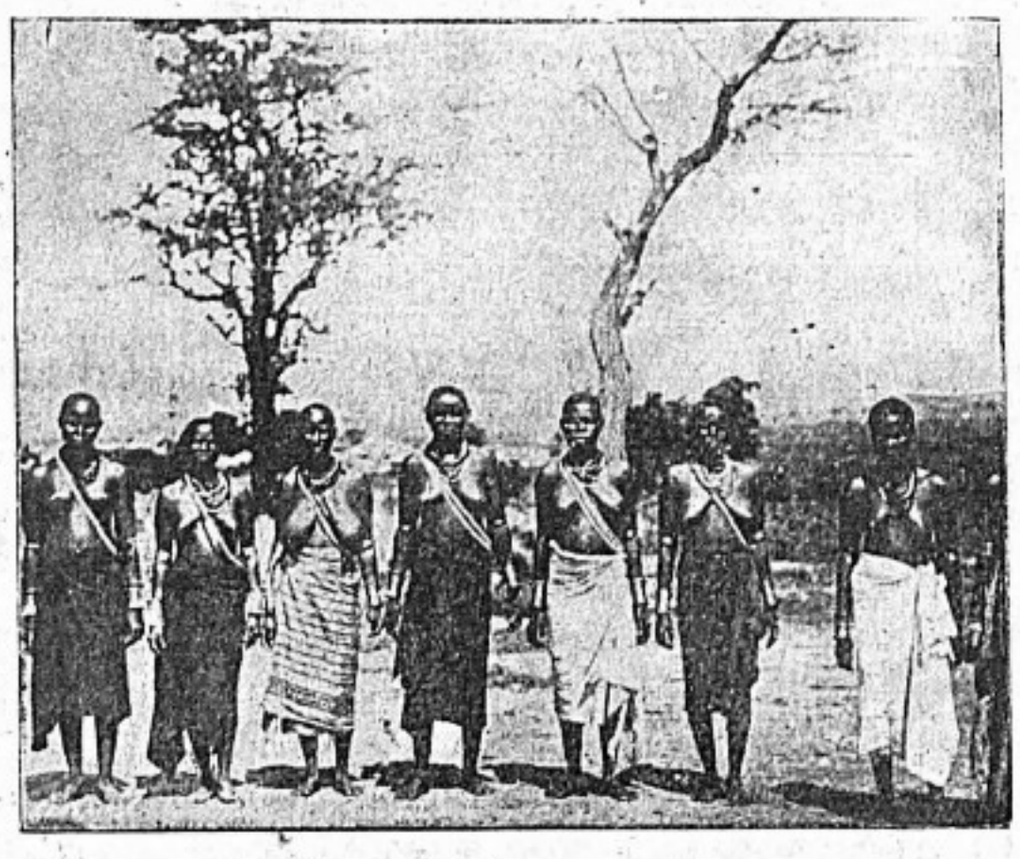


Fig. 212. — Femmes Moundang.
(Photo Varigault Collection Soc. d · Géogr

celles qui franchissent le seuil de sortie des marais du Toubouri. Ce sont là des travaux faciles et relativement peu coûteux qui peuvent s'exécuter sous la seule direction des autorités locales, pendant la saison sèche, au moment où les indigènes ne sont pas occupés à préparer leurs cultures vivrières. Ils ne dureraient guère que quelques mois, pendant la première — ou les deux premières années, et à peine quelques jours, les années suivantes pour leur maintien en bon état.

Mais ce ne peuvent être que de simples mesures d'attente, incapables à elles seules de conjurer longtemps le danger de capture du Logone ; la défense efficace et quasi-définitive ne pourra être assurée que par les travaux de la seconde catégorie.

Au nombre de ces derniers, (dont on ne saurait indiquer le détail avant que des études techniques très précises aient été faites sur place), et, sans doute au premier rang, il faut envisager la construction d'un barrage bouchant le chenal de sortie du Toubouri.

Le choix de l'emplacement de ce barrage, la détermination de ses dimensions, le programme de son édification, ne pourront être arrêtés qu'après une reconnaissance très détaillée du pays, basée sur des levées topographiques d'une scrupuleuse exactitude, sur des mesures très précises de nivellement, sur de minutieuses études géologiques et sur de méthodiques observations hydrologiques concernant le Toubouri, la Kabia et le Logone.

Le formidable réservoir d'eau que constituera le Toubouri n'ira pas sans soulever de nombreux et importants problèmes, tels que ceux de son utilisation comme source d'énergie hydro-électrique, de son envasement, de l'exhaussement du fond, de sa protection et celle des riverains contre des crues extraordinaires, accumulant à l'arrière de la digue des masses d'eau considérables, dont l'évacuation devra être soigneusement préparée, etc...

Le relèvement progressif du niveau de base du Logone et du Chari, par suite du lent colmatage du Tchad devra également faire l'objet de méthodiques investigations, ainsi que l'exhaussement des lits de ces deux fleuves, particulièrement dans les coudes susceptibles d'engorgement ; l'établissement de canaux de drainage et d'irrigation, l'utilisation du Toubouri comme voie navigable faisant suite à celle de la Bénoué et du Mayo-Kabi ; la quantité d'eau annuelle à leur fournir, etc., devront être aussi étudiés en détail.

La complexité des problèmes posés par l'éventualité redoutable de l'imminent détournement des eaux fluviales du bassin tchadien montre combien il est urgent et nécessaire de confier à des techniciens éprouvés la mission d'aller procéder sur place à toutes les constatations, observations et recherches indispensables à l'établissement d'un plan de défense. La lutte pour préserver le Tchad et la Mésopotamie tchadienne contre la ruine qui les menace doit s'engager dès maintenant !

Mais pour l'entamer, il faut plus d'argent que n'en peut fournir notre colonie du Tchad, dont le modeste budget s'élève à 6 millions environ et dont la caisse de réserve, complètement vidée, en 1924, au profit du budget général de l'Afrique Equatoriale Française, n'a pu se refaire que de très maigres disponibilités, à peine suffisantes pour couvrir les frais des travaux d'attente.

Séparées de la mer par un millier de kilomètres que ne franchit encore aucune voie ferrée, nos possessions du Centre-Africain, sans relations avec les grands marchés extérieurs, restent pauvres d'argent, mais riches d'avenir, d'un avenir agricole comparable à celui des plus fertiles terres tropicales... et c'est pour sauve-

garder cet avenir que nous demandons à la Métropole de ne pas abandonner à ses seules forces, ce pays si plein de promesses, au moment où il doit faire face au danger le plus insidieux et le plus terrible, la privation d'eau !

Puisse le Gouvernement demander prochainement au Parlement — qui ne les refusera certainement pas — les modestes crédits nécessaires à l'envoi dans la région du Toubouri de la mission technique chargée de procéder aux premières études, crédits qui, pendant les deux premières années, seront de l'ordre de un à deux millions de francs. Crédits que plus tard la Mésopotamie tchadienne pourra rembourser au centuple !

Il est, sous les mêmes latitudes, une autre Mésopotamie, nilotique celle-là, et anglaise : elle se trouve à 2.000 kilomètres de l'est de la nôtre, au sud de Khartoum, entre le Nil Blanc et le Nil Bleu et porte le nom de « Gézira ». C'est — ou plutôt c'était — une morne et interminable plaine de terre noire, poussiéreuse et crevassée en saison sèche, avec de rares petits arbustes bas et sans feuilles, comme on en voit au bord des mares desséchées des confins du désert, arbustes rabougris que les Arabes du Ouadaï nomment « *tittir* ». Lord Kitchener, le grand proconsul, s'étant assuré que ces terres désolées n'étaient stériles que parce qu'elles manquaient d'eau, résolut d'en faire un immense champ de coton pour sauvegarder l'indépendance des filatures britanniques, alors tributaires des planteurs américains ; le plan de mise en valeur auquel il s'arrêta peut se résumer ainsi :

« A la colonie du Soudan Anglo-Egyptien incombera la responsabilité de l'approvisionnement d'eau, c'est-à-dire la construction d'un puissant barrage, le creusement des principaux canaux, etc.

Au Syndicat des Plantations du Soudan incombera la charge de la canalisation mineure, des avances de fonds aux fermiers, et de la direction d'ensemble de l'entreprise.

« Les fermiers donneront leur travail comme cultivateurs.

« Le produit de la récolte de coton sera partagé comme il suit : au Syndicat des Plantations 25 o/o de la valeur du coton obtenu ; au Gouvernement du Soudan, 35 o/o ; au fermier 40 o/o, avec, en surplus, la propriété complète des autres productions qu'il pourra récolter sur sa concession ».

Approuvé en 1913 par le Gouvernement Britannique, ce plan ne put être mis à exécution qu'en 1919, après la Grande Guerre ; la Trésorerie Anglaise accorda à la Colonie du Soudan, à cet effet, un soutien financier d'environ 18 millions de livres sterling. Depuis deux ans, le monumental barrage de Makwar, près de Sennar, sur le Nil Bleu est achevé, déterminant la formation d'un lac de 80 km. de longueur, contenant une réserve d'eau de près de 600 millions de mètres cubes destinée à l'alimentation de 15.000 km. de canaux d'irrigation.

Et, tout récemment, le Directeur Général de la *British Cotton Growing Association*, sir William Himbury, rendant compte de sa dernière tournée d'inspection en Afrique, pouvait dire à ses auditeurs :

« Dans cette plaine, d'une contenance de 5 millions de *feddans* environ 21.000 kmq.), dont 3 millions peuvent être irrigués, la superficie actuellement cultivée est de 300.000 feddans, c'est-à-dire le dixième du total des terres qui peuvent être mises en culture.

« L'effet produit par cette irrigation artificielle ne peut être pleinement apprecié que si l'on compare les déserts de sable encore inaccessibles à la culture aux superficies nouvellement cultivées. Où s'étendaient autrefois des milles de sol poussiéreux et stérile, limité seulement par le lointain mirage, l'œil, maintenant, se repose sur des milles et des milles de vertes plantations de coton ».

Fig. 213. — Femmes foulbés (Kabi).
(*Photo Varigault Collection Soc. de Géogr.*)

Ainsi, la riche et prévoyante Angleterre se félicite déjà, et à bon droit, d'avoir avancé au Gouvernement du Soudan deux milliards de francs, pour la *création des réserves d'eau* nécessaires à la mise en valeur de la Gézira, sa Mésopotamie du Nil...

Notre Mésopotamie du Tchad, pour la *conservation de ses réserves d'eau*, ne demande, pour le moment, que des sommes mille fois moindres. Elle sait que l'heure n'a pas encore sonné pour elle où la France l'appellera à jouer un rôle de premier plan dans le rétablissement de sa prospérité ; mais elle a le désir de réserver l'avenir, tout son avenir, qui est aussi le nôtre.

Malgré les lourdes charges qui pèsent sur son budget, notre France bienveillante et juste, consciente de ses devoirs envers ses colonies en détresse et de ses responsabilités devant le monde

civilisé, notre pays aux idées claires et généreuses ne laissera pas se dérouler jusqu'à son dénouement fatal le drame silencieux qui se joue au centre de l'Afrique.

Le danger qui menace le Tchad a été signalé depuis deux ans par un géologue de l'Afrique du Sud, à l'occasion d'une étude sur le désert du Kalahari (1) :

« Alors le Chari se détournerait vers le sud et se déverserait par la Bénoué, laissant le Tchad entièrement privé d'eau; cette tragédie est imminente... elle est évitable et les Français ont la situation en mains ».

(1) « Then the Shari would turn south and discharge by the Benue, leaving the Chad entirely bereft of water. This tragedy is imminent... It is preventable and the French have the situation in hand ». E.H.L. Schwartz. The Kalahari Project. *Matériaux pour l'étude des calamités*, n° 4, p. 297, janvier-mars, 1925. Genève, *Soc. de Géographie*.

Les Français ont trop longtemps lutté sur tous les terrains, politique, diplomatique, colonial et militaire, pour faire du Tchad un lac français, assurant la jonction des trois colonies-mères de leur empire africain, l'Algérie, le Sénégal et le Congo ; trop des leurs ont succombé à la tâche pour assurer la réalisation de ce rêve grandiose, pour qu'aujourd'hui ceux qui tiennent en leurs mains les destinées de l'Afrique Française puissent hésiter longuement !

Ils ne peuvent pas, *ils ne voudront pas* laisser se consommer cette catastrophe nationale que serait la disparition définitive du lac Tchad de la carte du monde !

JEAN TILHO,

Correspondant de l'Institut.

NOTES ET ACTUALITÉS

Optique

Les accidents optiques de l'atmosphère. — 1. Quoique la variation de la densité de l'air le long d'un trajet quelconque soit pratiquement considérée comme continue, les mouvements de l'atmosphère amènent en contact des courants qui peuvent différer sensiblement, par leur température et leur état hygrométrique. Dans la région de contact se produit une couche hétérogène, dont la présence se manifeste par divers effets : scintillation des étoiles, ombres volantes, perturbations dans la formation des images données par les instruments, etc...

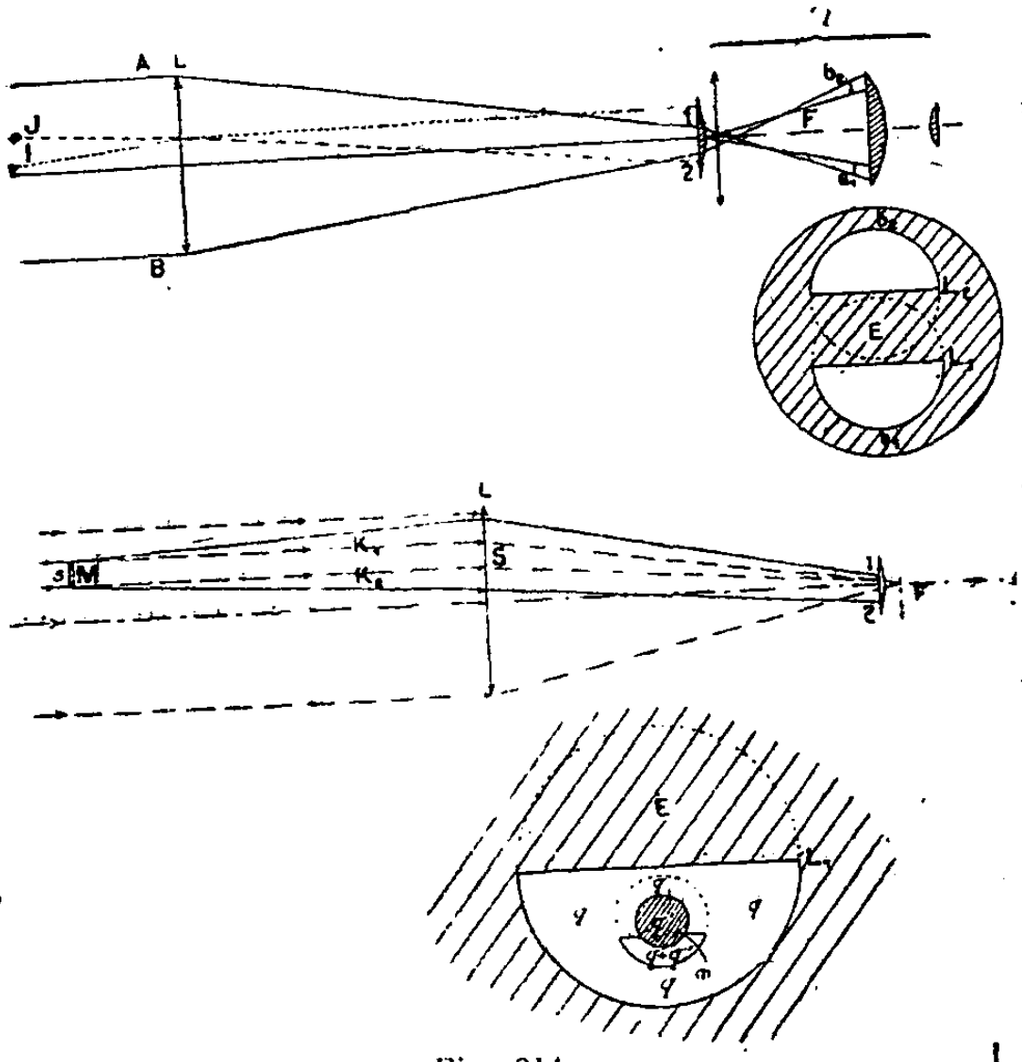


Fig. 214

M. Gallissot et Mlle Bellemin ont effectué des recherches expérimentales en vue d'élucider la cause de ces phénomènes et de déterminer la nature, les dimensions, la répartition des accidents optiques rencontrés par un faisceau lumineux dans sa traversée de l'atmosphère.

Il résulte de leurs observations que les accidents optiques ne sont pas répartis d'une façon quelconque mais qu'ils sont localisés dans une couche étendue, sensiblement horizontale, à laquelle les auteurs ont donné le nom de *couche troublée*.

2. Pour séparer les rayons perturbés des rayons réguliers, les auteurs utilisent un biprisme de Fresnel. La figure 214 rend compte du dispositif adopté. L'objectif L (diamètre 0,30 m.; distance focale 6 m.) reçoit la lumière d'une étoile. Au foyer F, et très légèrement en deça, est disposé un biprisme, de façon que l'arête bissecte l'image stellaire. On regarde l'objectif L à l'aide d'une petite lunette *l* (grossissement 18).

Si l'objectif L est éclairé par une source quelconque, la lunette *l*, armée du biprisme, donne de cet objectif deux images L_1 et L_2, symétriques par rapport à l'arête du biprisme. Lorsque la source est une étoile, l'objectif L est éclairé par des rayons parallèles et, à chaque prisme correspond une image d'une moitié de l'objectif, si bien qu'il apparaît dans le champ de la lunette *l* sous la forme de deux demi-disques séparés par une bande obscure E.

Sans entrer dans la théorie du dispositif, indiquons seulement que le biprisme révèle les accidents optiques de l'atmosphère tout accident qui traverse le faisceau lumineux se manifeste par l'apparition d'une tache sombre (flocon) dans les parties claires.

Ces stries offrent différents aspects suivant les soirées d'observations et surtout suivant les saisons (fig. 215). Elles sont en perpétuelle agitation; toutefois les mouvements ne sont qu'exceptionnellement désordonnés; ils décèlent les courants atmosphériques qui ont déterminé la perturbation.

3. Les stries sont localisées en voisinage de deux cou-

rants et, pour un état déterminé de l'atmosphère, se présentent avec le même aspect sur une grande étendue.

Un faisceau lumineux de rayons primitivement parallèles, après sa traversée de la région troublée, est composé de rayons plus ou moins déviés; certains divergent, d'autres convergent.

Si l'on observe directement l'objectif L (sans l'intermédiaire du biprisme), celui-ci n'apparaît pas uniformément éclairé. Il apparaît parcouru par des ombres (ombres volantes). Ces ombres sont une conséquence optique des accidents rencontrés; elles dépendent à la fois de la nature, de la répartition, du mouvement de ces derniers.

L'observation de la scintillation chromatique fournit un renseignement sur le sens des variations en altitude de la couche troublée. Pratiquée systématiquement durant six années consécutives, elle a décelé :

1° Une variation périodique annuelle de l'altitude moyenne de la couche troublée. La courbe représentative de la variation présente deux maxima (mars et septembre) et deux minima (juin et décembre).

2° Une dépendance étroite entre les variations en altitude de la couche troublée et les manifestations du temps (nébulosité et pluie). Le premier de ces phénomènes précède l'autre avec une avance notable, qui a progressé lentement de 10,5 jours à 17 jours, en six ans.

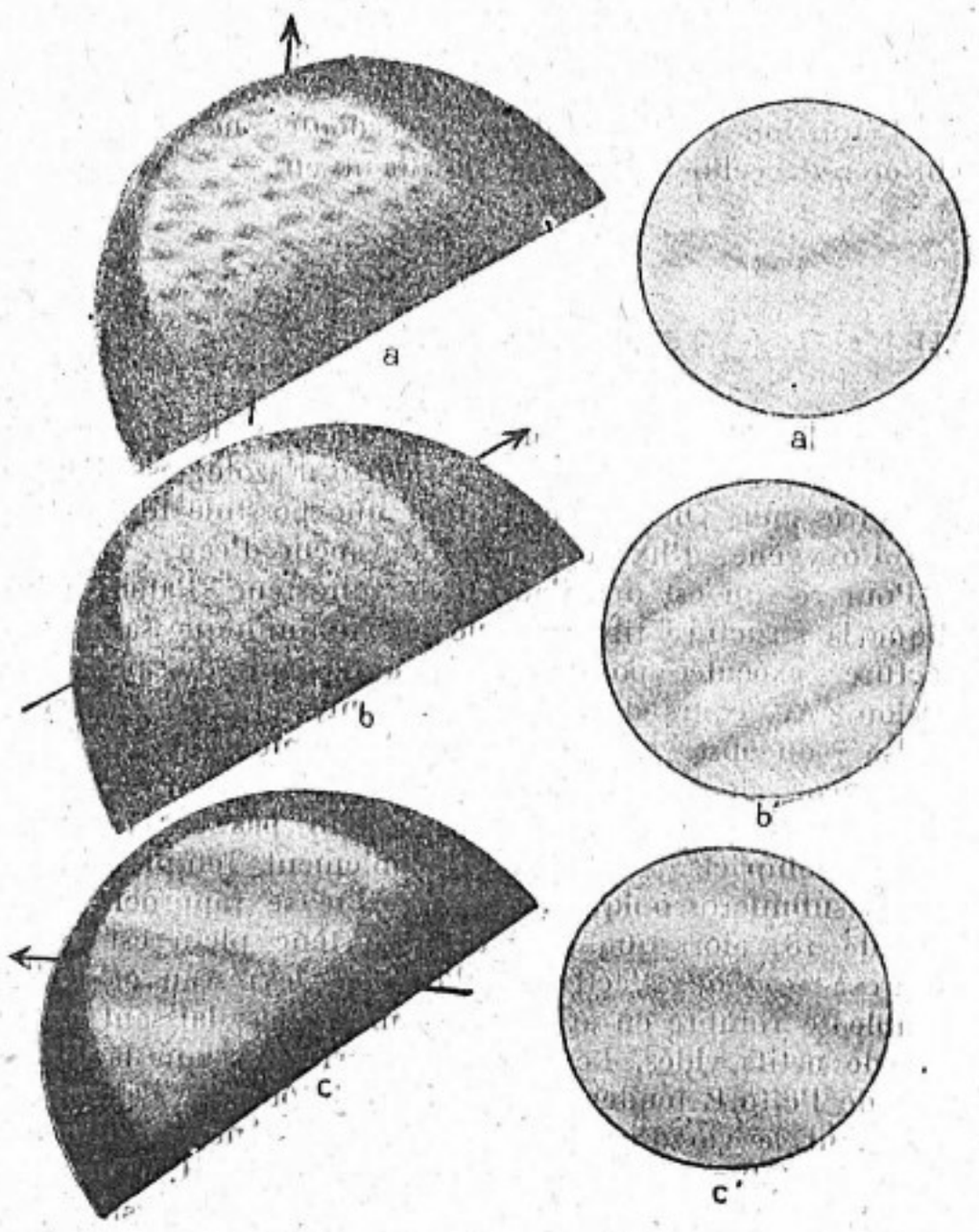


Fig. 215. — Stries. Ombres volantes

La position de la couche troublée paraît jouer un rôle particulièrement important dans la gestation du temps. Lorsque cette position est connue, elle permet de voir les variations futures de la nébulosité.

4. En résumé, M. Gallissot et Mlle Bellemin ont mis en évidence un certain nombre de résultats curieux :

1° Existence d'une couche troublée qui se révèle optiquement. Sous nos latitudes, les stries ou bien apparaissent (majorité des cas) au voisinage de deux courants et sont localisées dans une courbe d'épaisseur relativement faible, ou bien (cas moins fréquent) font partie d'une masse hétérogène plus ou moins profonde dont elle accompagne intégralement le mouvement.

2° Les mouvements en altitude de la couche troublée sont en corrélation étroite avec la situation atmosphérique future. Ces mouvements en un point sont liés, non seulement aux formations nuageuses qui atteignent ultérieurement ce point, mais aussi à leur importance et les précèdent d'un intervalle de temps parfois considérable.

« On voit, concluent les auteurs, l'intérêt qui s'attache à la poursuite de l'étude des stries atmosphériques, afin de pénétrer leur constitution intime un peu plus que nous n'avons pu le faire. La vapeur d'eau joue très certainement un rôle qu'il nous est impossible de préciser.

« On voit aussi ce qui manque à notre étude : l'observation nous révèle un rapport entre l'altitude des stries et les formations nuageuses. Nous sommes incapables de l'expliquer. La valeur du décalage est troublante tant elle apparaît considérable et la loi que suit sa variation nous est inconnue. Tous les courants dans l'atmosphère ne donnent pas naissance à des stries, il est nécessaire d'identifier ceux que les stries révèlent pour relier les mouvements de la couche troublée aux mouvements généraux de l'atmosphère; les résultats obtenus ne permettent pas de douter qu'ils en dépendent.

« L'observation des stries atmosphériques nous a mis en présence d'un problème vaste et complexe, la solution demande des recherches dans des directions diverses; elle peut être encore lointaine, mais elle ne paraît pas inaccessible. »

A. Bc.

Radioélectricité

Emission de radiations de courte longueur d'onde par les corps faiblement conducteurs. — En 1920, M. Reboul a découvert qu'une feuille de papier entre deux points de laquelle on établit une différence de potentiel de quelques centaines de volts acquiert la propriété d'impressionner la couche sensible d'une plaque photographique placée à son contact ou à son voisinage immédiat.

L'étude systématique du phénomène lui a permis d'en découvrir les lois générales.

Deux conditions sont nécessaires à sa production : le corps mis en expérience doit être conducteur, mais faiblement conducteur; de plus il doit être physiquement hétérogène ou présenter des discontinuités superficielles. Ainsi les isolants ou les métaux ne produisent aucun effet photographique; le papier glacé, assez homogène et faiblement conducteur, ne donne d'action que dans le voisinage des électrodes, mais si l'on y fait des incisions superficielles, qui créent des discontinuités, on constate que la plaque est impressionnée dans le voisinage des points où l'on a fait des incisions.

M. Reboul a établi que l'action photographique n'est pas due aux gaz que pourrait dégager l'électrolyse de l'eau ou des sels contenus dans le papier, ni à des aigrettes jaillissant à la surface du papier. Il l'interprète en admettant que le courant provoque l'apparition de chutes de potentiel aux points où il y a discontinuité de résistance par suite de la présence de rayures, ou de l'existence d'hétérogénéités. Ces chutes de potentiel seraient suffisantes pour produire des décharges disruptives dans le corps ou dans le milieu gazeux environnant, décharges qui s'accompagneraient de l'émission d'un rayonnement absorbable qui, comme les radiations ultra-violettes et les rayons X, agirait sur la plaque photographique.

Soit V la chute du potentiel créée en un point du conducteur où il y a une hétérogénéité ou une rayure superficielle, e la charge élémentaire de l'électron. Supposons que les décharges se produisent dans les couches d'air qui avoisinent le conducteur et admettons que la formule de Planck soit applicable. En franchissant une chute de potentiel, les électrons acquièrent une certaine énergie dont la perte, par le choc sur l'un des bords de la coupure, est accompagnée d'une émission de radiation de fréquence n.

$$Ve = hn \ (h = \text{Cte de Planck}).$$

L'impression photographique permet de compter approximativement le nombre de discontinuités et, par là, la valeur moyenne de V. Avec une tension d'un millier de volts appliquée à du papier à grosses fibres, on a trouvé V de l'ordre de 50 volts, d'où $\lambda = 240$ angströms environ.

En des recherches récentes, M. E. Bodin (*Thèse*, Paris 1926) a complété nos connaissances sur ce curieux phénomène. Voici les principales de ses conclusions :

L'étude de la pénétration dans l'air des radiations émises par les corps mauvais conducteurs, de constitution hétérogène et plus spécialement au contact de ces corps et d'une électrode métallique, lui a montré que le faisceau est très complexe.

Tandis que les cellules de papier tout d'abord utilisées supportent difficilement, sans se rompre, des tensions de quelques centaines de volts, il a pu étudier, sous des tensions très supérieures, des cellules constituées par des poudres agglomérées et obtenir des radiations plus pénétrantes. Aucune relation n'a pu être établie entre la constitution chimique des substances essayées et la propriété d'émettre le rayonnement. Les sulfates et quelques oxydes ont donné les meilleurs résultats. Il convient de mentionner le cas du carbonate de cuivre qui n'émet qu'au contact d'une électrode négative.

La pénétration moyenne du rayonnement pour ces cellules augmente avec le temps et avec la tension appliquée. Ce rayonnement est de même nature que celui des cellules de papier et en possède tous les caractères.

L'émission est corrélative d'une diminution rapide, en fonction du temps, de l'intensité qui traverse les cellules et de la non-proportionnalité de l'intensité limite avec la tension appliquée.

L'étude de la distribution des potentiels montre que l'émission est toujours corrélative aussi d'une discontinuité qui se produit au contact de la substance et de l'électrode métallique, ou tout au moins dans une couche de très faible épaisseur voisine de ce contact. Ces chutes augmentent avec le temps d'abord assez rapidement puis atteignent une valeur limite.

En filtrant le rayonnement par des pellicules très minces de celluloïd, M. Bodin a mis en évidence l'existence, dans le rayonnement émis, de radiations très pénétrantes d'une longueur d'onde voisine de 50 U. A. Le mécanisme de l'émission par les cellules précédentes ne semble pas différer de celui des rayons de Roentgen.

A. Bc.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Physique industrielle

La fabrication des lampes et des valves. — La fabrication des lampes et des valves électriques, qui répond aujourd'hui à une consommation mondiale de plus de 600 millions d'unités, a beaucoup progressé ces dernières années, en particulier grâce à la réalisation automatique d'un grand nombre de manipulations. La technique soulève des problèmes physiques multiples. Dans un exposé devant la Royal Society of Arts (1), Clifoord C. Paterson, Directeur des Laboratoires de Recherches de la General Electric Company, de Wembley, a porté surtout son attention sur l'atmosphère intérieure des ampoules, ainsi que sur la constitution intime des filaments.

Dans les lampes à vide, l'élimination de tous les gaz, sans exception est essentielle. Après l'aspiration de l'air, il subsiste des gaz occlus dans le verre et dans les parties métalliques. On purge par chauffage. La couche d'air monomoléculaire qui s'attache au verre est extrêmement difficile à chasser, car dans une atmosphère très raréfiée, ainsi que l'a observé Langmuir, le départ d'une telle pellicule laisse la surface prête à capter les autres molécules gazeuses.

On a utilisé d'ailleurs cette dernière propriété pour l'élimination des gaz résiduels, en enrobant au préalable le filament dans des revêtements appropriés. On choisit, par exemple, le phosphore, dont les vapeurs, au premier allumage, viennent former, en se condensant sur la paroi de verre, un dépôt transparent, les molécules gazeuses ayant été captées dans le processus. Dans les valves thermioniques, où la transparence de la paroi est indifférente, on recouvre plutôt l'anode d'une pellicule de magnésium, dont les vapeurs fixent chimiquement l'oxygène présent, et se résolvent en un miroir métallique.

(1) *Journal of the Royal Society of Arts*, 15 avril 1927.

Dans les lampes à atmosphère d'argon, le gaz qu'on emploie, qui contient de 10 à 15 o/o d'azote, est d'autre part très pur. On élimine autant que possible toutes traces d'oxygène, d'hydrogène et de vapeur d'eau.

Pour ce qui est du filament de tungstène, Paterson indique la structure fibreuse que lui communique sa manufacture, exécutée pourtant très au-dessous du point de fusion. Au cours du fonctionnement, le tungstène cristallise : on observe, soit des enchevêtrements de cristaux, soit encore de longs cristaux isolés.

Les cristaux isolés, qui ne semblent pas des arrangements compacts, sont vraisemblablement remplis de lacunes submicroscopiques. Leur densité se rapproche parfois de 18, alors que celle du tungstène plein est supérieure à 19. Sous l'action de l'étirage, le réseau cristallin semble se rompre en agrégats de molécules, laissant entre eux de petits vides. Les plans non orientés dans la direction de l'effort, tendent à se briser plutôt qu'à s'allonger.

Durant la vie d'un filament de tungstène, les dimensions cristallines augmentent progressivement. Dans le but d'empêcher la croissance, on ajoute au tungstène de la thorine dans la proportion de 0,7 o/o environ, ce qui semble en même temps accentuer beaucoup l'émission électronique. Il se produit à la surface du filament une couche moléculaire de thorium métallique, qui subit une évaporation constante, et se récupère à partir de la thorine.

S. V.

Transports

Le problème du charbon dans l'Afrique Orientale. — On ne saurait trop attirer l'attention sur l'importance que possède le combustible dans l'exploitation de l'Afrique Orientale. Les chemins de fer du Kenza, de l'Ouganda et du Soudan ne fonctionnent qu'avec du charbon étranger; les livraisons du charbon pour le service des bateaux sur les lacs Victoria, Nyanza, Kioga, Albert et Tanganyika et

sur le Haut-Nil ne proviennent également que de sources étrangères. Le problème, déjà très ardu, le deviendra de plus en plus et avant peu d'années, il faudra trouver une solution, sinon la rapide expansion de ces territoires se trouvera compromise. Malheureusement tous ces territoires disposent de ressources limitées en bois, les réserves sont donc loin d'être inépuisables. Partout où passent les lignes de chemins de fer, le pays est dépouillé de ses arbres, à la seule exception des régions où les déclivités des vallées du Rif rendent impossible le transport du bois de chauffage. Partout le combustible est rare et sur la seule ligne où il paraît exister en abondance, la ligne Nairobi-Kisimo, les difficultés nées des conditions topographiques, sont telles, qu'elles semblent insolubles.

Il en résulte que les chemins de fer doivent de plus en plus avoir recours au charbon et au pétrole; un grand nombre de bateaux naviguant sur les lacs emploie celui-ci quoiqu'il soit très coûteux. On en fait usage aussi sur les bateaux du Nil allant vers Khartoum et surtout sur les locomotives, mais les frais d'importation, très élevés, augmentent considérablement les frais du transport. Le charbon du sud de l'Afrique coûte 2 £ 12 s.6 p. la t. sur les chemins de fer de l'Ouganda et du Kenya et 3 £ 15 sh. sur le chemin de fer central de Tanganyika; le cahrbon de Galles est encore plus cher, et ce n'est pas seulement le service des transports qui en souffre mais le commerce et l'industrie.

Les centrales électriques ne peuvent se développer par suite du manque de combustible économique; les usines établies à Nairobi, Mombasa, Dar-es-Salaam sont menacés de rester stationnaires sans développement possible pour les mêmes raisons. On a essayé sans succès tous les genres de succédanés, telles que les balles de riz, de maïs, etc.

Ces pays n'en sont encore qu'au début de leur carrière économique, mais il devient indispensable de trouver une source d'énergie permettant d'obtenir des transports moins onéreux.

Le Soudan manque absolument de charbon, du moins à l'Est du Nil, toutefois sur ses frontière de l'Ouest, il en existe mais sans aucun moyen pour le transporter jusqu'au chemin de fer le plus proche situé à 1.250 kilomètres. L'Ouganda n'en a pas non plus, mais on en exploite dans le Natal, aux environs de Durban, et surtout à Port Durnford dans le Zoulouland.

On avait bien observé quelques indices faisant croire à l'existence de la houille dans le Kenya, une concession avait même été accordée, mais la Société ne réussit pas dans ses recherches et y épuisa tout son capital. En 1926, un syndicat de l'Afrique du Sud s'est intéressé à cette question : Malgré l'insuccès des recherches précédentes, les promoteurs actuels ont la ferme espérance de réussir et veulent tenter l'impossible. Actuellement, plusieurs ingénieurs étudient les couches et font des sondages, car on a prétendu qu'elles trouveraient certainement non seulement du charbon, mais aussi du pétrole.

(*Iron and Coal Trades Review*, 19-11-26).

E. P.

Histoire des Sciences

Télégraphie sans fil à travers l'Océan Atlantique. — En présence des perfectionnements qui ont été apportés récement dans la télégraphie et la téléphonie sans fil à travers l'Océan, il est certainement intéressant de se rappeler qu'il n'y a que 25 ans que les premiers signaux sans fil sont passés, pour la première fois, d'Angleterre en Amérique. C'est le 12 décembre 1901 dans une chambre d'une caserne hors service, à Saint-John, en Terre-Neuve, que Marconi entendit distinctement dans un téléphone les trois coups, formant la lette S, transmis de Poldhu en Cornouailles. Le détecteur employé était un cohereur se rechargeant automatiquement et l'antenne était un fil mince entraîné par un cerf-volant à 120 m. d'altitude : mais le fait le plus intéressant, c'est que cet essai contredisait la théorie, alors généralement répandue, suivant laquelle la transmission des signaux sans fil à grande distance serait impossible par suite de la courbure de la Terre.

Marconi avait démontré, plusieurs années auparavant, qu'on pouvait transmettre les signaux à de grandes distances en se servant d'une antenne élevée et d'une liaison à la terre, et en 1899, il avait fait voir que la courbure de la Terre, ne troublait nullement la propagation des vagues d'éther à courte distance. En 1900, ayant à travailler aux améliorations faites dans la synthonisation des transmetteurs et des récepteurs,il avait acquis la conviction que la télégraphie sans fil à travers l'Océan était possible; on construisit alors la station transmettrice de Polcercle de 66 mètres de diamètre; la construction de cette installation était terminée en septembre 1901 lorsqu'elle fut malheureusement renversée par un ouragan d'une violence extraordinaire. On décida cependant de faire l'essai avec une simple antenne et on construisit de nouveau 10 mâts d'un hauteur de 48 m.; on installa un haubanage entre les deux mâts extrêmes, et de ce haubanage on suspendit 60 fils de cuivre nus dont les extrémités inférieures convergeaient de façon à former un éventail. L'intensité des signaux reçus de cette antenne à Crouhaven, dans l'Irlande méridionale, était telle que Marconi fut convaincu qu'on pourrait les reconnaître de l'autre côté de l'Atlantique, ce qu'il prouva peu après.

On ne put continuer les essais à Terre-Neuve par suite de l'opposition d'une Compagnie de Télégraphes et de Téléphones qui avait le droit exclusif de construire et d'exploiter des stations télégraphiques communiquant avec l'extérieur de Terre-Neuve, mais le Gouvernement du Canada favorisa ces essais et on construisit une station à Glace Bay, dans la Nouvelle Ecosse.

A partir de décembre 1902, on put échanger des télégrammes entre cette station et Poldhu. (*Engineering*, 17-12-26).

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 11 juillet 1927.

(Suite).

GÉOLOGIE. — *Edouard Roch* (prés. par M. Emile Haug). — **Sur l'extrémité occidentale du massif de Djebileks (Maroc).**

La statigraphie de la région étudiée peut s'interpréter ainsi : les calcaires du djebel Ighoud et les schistes argileux à Trilobites représentent incontestablement l'extrême base du Cambrien, c'est-à-dire le Georgien. Les schistes siliceux à Sao sont l'équivalent stratigraphique de l'Acadien.

— *P. Russo* (transm. par M. Ch. Depéret). — **Sur la présence d'Archæocyathidés dans le Djebel Ighoud (Djebilet-Maroc occidental).**

La présence d'Archœcyathidés dans le Djebilet, jointe à celle constatée dans le Sous, met en lumière une bande de dépôts cambriens de faciès espagnol et sarde parais-

sant se raccorder très bien avec les schistes Cambriens d'El Hank et de l'oued Nefifikr.

PÉDOLOGIE. — *V. Agafonoff.* — **Les zones des sols de France.**

Presque toute la France (à l'exception de la zone méditerranéene, des régions montagneuses Est de sols azonaux) est située dans la zone faiblement podzolique,dans laquelle peuvent se produire le transport des oxydes de fer et d'alumine des horizons supérieurs du sol dans les horizons inférieurs. On peut diviser cette région podzolique de France en deux bandes dans le sens NE-SW par la ligne grossièrement schématique qui passe à l'Est d'Arras par Auxerre, Poitiers et Angoulême pour se terminer à l'Ouest de Pau.

BOTANIQUE. — *Henri Coupin* (prés. par M. Dangeard). — **Sur la nutrition carbonée du *Penicillium glaucum* à l'aide des divers composés organiques de la série aromatique.**

D'une manière générale les composés de la série aromatique sont beaucoup moins favorables que les composés de la série grasse pour assurer la nutrition carbonée de *Penicillium glaucum* et vraisemblement, celle des autres Mucédinées.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Bridel* et *Ch. Aagaard* (transm. par M. Mangin). — **Le mélézitose est-il une combinaison du saccharose avec le glucose?**

Les expériences faites par les auteurs ne confirment pas l'hypothèse de Kuhn et van Grundherr qui font du mélézitose une combinaison du saccharose avec le glucose.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Lucie Randoin* et *René Fabre* (prés. par M. L. Guignard). — **Recherches comparatives sur la teneur en glutathion de quelques tissus et du sang, chez le Pigeon normal sous-alimenté et chez le Pigeon privé de vitamines B.**

Chez le Pigeon adulte normal les muscles squelettiques renferment en moyenne 26 mgr. de glutathion pour 100 grammes de tissu frais; le cœur, 30 mgr. en moyenne; le foie, 140 mgr. et le sang, 61 mgr. avec variations individuelles relativement fortes.

Chez le Pigeon sous-alimenté, baisse générale de la teneur en glutathion, très accentuée pour les muscles des membres, assez faible partout ailleurs.

Chez le Pigeon privé de vitamines B, aucun changement notable au début, mais au cours de la deuxième période, la teneur en glutathion des muscles squelettiques s'abaisse pour atteindre, à la période des crises, son minimum. La diminution est beaucoup moins accentuée en ce qui concerne le cœur et le sang, et, dans le foie, il y aurait tendance à l'augmentation.

L'accroissement de la valeur du rapport $\frac{n'}{n}$, dans le cas des muscles squelettiques, assez marqué notamment à la fin de l'avitaminose B, semblerait indiquer à cette période, une augmentation de substances réductrices autres que celles qui possèdent le groupe sulfhydryle.

MICROBIOLOGIE. — *C. Arnaudi, W. Kopaczewski* et *M. Rosnowski* (prés. par M. d'Arsonval). — **Les antagonismes physico-chimiques des microbes.**

Les résultats obtenus ne permettent pas de conclure que l'antagonisme des microbes, biologiquement constaté et dûment contrôlé, s'explique par les variations de certaines propriétés chimiques, électrocapillaires.

L. FRANCHET.

Séance du 18 juillet 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Edm. Lahaye.* — **Une méthode nouvelle d'intégration de certains groupes d'équations différentielles.**

— *René Lagrange* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur certaines suites de polynomes.**

THÉORIES DES FONCTIONS. — *S. Stoïlow.* — **Les transformations continues et le théorème de M. Picard sur les fonctions entières.**

— *Krawtchouk* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les pôles des fonctions mésomorphes.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Eugène Slutsky* (prés. par M. Emile Borel . — **Sur un théorème limite relatif aux séries des quantités éventuelles.**

HYDRODYNAMIQUE. — *R. Riabouchinsky* (transm. par M. G. Kœnigs). — **Sur les mouvements fluides autour de solides infiniment voisins.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *J. Striuk et Norbert Wiener* (transm. par M. Hadamard). — **Sur la théorie relativiste des quanta.**

— *H.-L. Vanderlinden* (prés. par M. M. de Broglie). — **Structure fine spectrale dans le champ gravifique du soleil.**

ÉLECTRICITÉ — *Max Morand* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur la répartition du champ électrique dans l'espace sombre.**

— *R Anthouard* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Conditions de discontinuité de la décharge dans les gaz.**

L'auteur a obtenu les résultats suivants dans une série d'expériences où la pression était 0^{mm} 12. Les potentiels sont exprimés en volts, la résistance en mégohms, les intensités en microampères, la capacité en unités électrostatiques, le temps en cent-millièmes de secondes :

V	R	I_0	V_0	I_1	V_1	t_1	C
653	16,9	8	518	4,7	573	88	86,8
662	16,6	8,7	518	5,3	574	75	85
682	16,8	10	514	6,3	576	66	87,6
702	16,8	11,3	512	7,7	572	62	88,5

ASTRONOMIE. — *G. Bigourdan.* — **Sur la détermination différentielle de l'heure de haute précision.**

Le procédé indiqué récemment par l'auteur (*C. R.* 183, 1926, p. 437) exige des conditions topographiques spéciales. Il indique dans cette nouvelle Note une méthode susceptible d'être utilisée en bien plus d'endroits sinon partout. Les principes dont elle s'inspire sont les suivants : employer un instrument immobile, permettant d'observer des passages d'étoiles dans les régions où elles marchent rapidement et de constater soit sa propre immobilité relative par rapport aux lignes les plus fixes que nous connaissions, soit de mesurer ses déplacements par rapport aux mêmes lignes.

PHYSIQUE COSMIQUE. — *Henri Memery.* — **Le Soleil et l'atmosphère.**

Les observations faites par l'auteur montrent qu'il existe une relation évidente entre les taches solaires et les variations de température, ce qui l'amène à conclure que l'absence d'observations solaires en météorologie, prive cette science de documents précieux se rattachant aux causes initiales des principaux phénomènes atmosphériques.

OPTIQUE. — *Ch. Bouhet* (prés. par M. Cotton). — **Polarisation elliptique produite par reflexion à la surface des liquides.**

Les résultats des expériences, indiqués dans un tableau, montrent que les valeurs de Jamin sont toujours trop grandes tout en étant positives. Aucun lien n'est apparent entre les valeurs de l'ellipticité d'une part et la tension superficielle, l'indice, l'aniotropie moléculaire déduite de la biréfringence magnétique d'autre part.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *E. Delaunay* (prés. par M. Urbain) — **Sur le caractère atomique de quelques propriétés des rayons X.**

L'auteur a irradié des mélanges de chlorures de strontium et de baryum dans des proportions déterminées. Les nombres obtenus pour l'intensité de fluorescence ne vérifient pas la loi d'additivité, l'intensité de fluorescence croît beaucoup moins vite que les quantités de chlorure de baryum. Si l'on porte en abscisses les intensités et en ordonnées les poids, on obtient une courbe dont l'allure est conforme aux expressions trouvées pour I_1 et I_2.

— *Ny Tsi Ze* (prés. par M. Charles Fabry). — **Changements des propriétés optiques du quartz sous l'influence du champ électrique.**

Lorsque l'on charge positivement l'extrémité de l'axe électrique qui deviendrait positive par une compression exercée dans la direction de cet axe (il y a un allongement dans la direction de l'axe électrique et une contraction dans la direction normale aux axes optiques et électriques), les indices dans les trois directions définies par les arêtes du parallélipipède rectangle de quartz diminuent de manière que l'on ait une augmentation de biréfringence dans la direction de l'arc électrique et une diminution dans la direction normale aux axes optique et électrique. Tous ces phénomènes changent de signe lorsque le sens du champ électrique est renversé. Leurs grandeurs sont proportionnelles aux champs.

SPECTROSCOPIE. — *Paul Soleillet* (prés. par M. Jean Perrin). — **Influence du champ magnétique sur la polarisation de la radiation de résonance du cadmium.**

Si le champ magnétique est nul, la polarisation est de 73 p. 100 quand la température de la paroi froide est de 170°. Elle reste sensiblement la même encore à 115°. A 210° elle n'est plus que de 35 p. 100. L'intensité maxima est en faveur de la vibration électrique verticale.

Si le champ magnétique est vertical, il n'y a aucune modification; s'il est dirigé suivant la direction d'observation de propagation de la lumière excitatrice, la polarisation tombe à 50 p. 100 pour H = 0,2 gauss; s'il est dirigé suivant la direction d'observation, la polarisation décroît vite avec le champ magnétique. Dans ce cas, le plan de polarisation tourne de 0 à 45°, tandis que la polarisation vraie diminue. Le sens de rotation s'inverse avec celui du champ magnétique.

PHOTOCHIMIE. — *A. Audant* et *E. Rousseau* (prés. par M. Guignard). — **Pouvoir de résonance de quelques sels métalliques en solutions irradiées par la lumière filtrée de l'arc au mercure.**

Les résultats, exposés dans des tableaux, montrent que si on compare les effets photolytiques observés dans les conditions de l'expérience, on peut établir, de la façon suivante, la part de photolyse qui revient soit à chaque résonateur, soit à la lumière filtrée :

Mg : 22,2 — 11,1	=	11,1	résonateur et	11,1	radiations
Mn : 20 — 11,1	=	8,9	»	11,1	»
Na : 20 — 11,1	=	8,9	»	11,1	»
Ur : 17,7 — 11,1	=	6,6	»	11,1	»
K : 15,4 — 11,1	=	4,3	»	11,1	»

RADIOACTIVITÉ. — *P. Bonêt-Maury* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur la vaporisation du polonium.**

Les atomes radioactifs présentent, au point de vue de leur localisation et de leur numération, des commodités qui ont permis d'obtenir une vérification très simple et relativement précise de la loi du cosinus, loi suivant laquelle s'effectue la vaporisation du polonium déposé sur nickel. Il apparaît donc que l'utilisation de ces atomes faciliterait beaucoup la solution de certains problèmes délicats de la théorie cinétique, notamment ceux qui concernent la réflexion, la condensation et l'adsorption des molécules gazeuses.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Léon Guillet.* — **Les propriétés de l'aluminium pur.**

Il résulte de ces recherches que l'aluminium pur ne présentent pas des propriétés beaucoup plus intéressantes que les aluminiums du commerce à 99 et 99,5 p. 100 Al. Toutefois, la résistivité est un peu moindre; la striction, nettement plus élevée.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *M. Wilmet* (prés. par M. Georges Urbain). — **Sur une méthode de dosage rapide du phosphure d'hydrogène gazeux dans un mélange.**

La méthode indiquée par l'auteur permet des dosages jusqu'aux teneurs de l'ordre de 0,5 p. 100 en volume. L'erreur à ces faibles concentrations peut atteindre 5 p. 100 du volume réel du phosphure d'hydrogène. Pour des teneurs plus faibles, les dosages se font par comparaison avec des flaçons témoins, préparés avec des mélanges de concentration connue en hydrogène phosphoré. Cette échelle de comparaison s'étend du 1/10000 au 1/70000, concentration pour laquelle le louche obtenu devient imperceptible. Les témoins se conservent très mal au jour; à l'abri de la lumière, ils restent comparables à eux-mêmes pendant 2 ou 3 jours.

La méthode décrite dans cette Note est valable en présence de tous les gaz qui ne modifient pas par eux-mêmes, ou par leur action sur le sublimé, l'acidité du milieu.

CHIMIE MINÉRALE. — *V. Auger* et *C. Eichner* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur un composé intermédiaire entre le sulfate de vanadium $V^2O^5\,n\,SO^3$ et le sulfate de vanadyle $VOSO^4$.**

Les auteurs ont préparé un composé bleu indigo, en solution acide, mais qu'ils n'ont pu obtenir cristallisé. Ce composé, le sulfate de vanadico-vanadyle, étant dissous, on ne peut que proposer des formules basées sur celles des sulfates de vanadium pentavalent et de vanadyle. Etant donné que la réaction se produit en solution très acide, dans laquelle les sels $V^2O^5, 3SO^4H^2$ et $2\,VOSO^4, SO^4H^2, H^2O$ sont stables, il semble que la formule la plus vraisemblable du nouveau sel serait :

$$HSO^4 — VO(OH) — SO^4 — V(OH^2) — SO^4H$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *W.-N. Ipatieff* et *B.-N. Dolgoff* (prés. par M. C. Matignon). — **Hydrogénation sous pression du tétraphénylméthane et du paroxytétraphénylméthane.**

Le produit obtenu par hydrogénation du tétraphénylméthane a été séparé en deux fractions : de la première on a retiré le décyclohexylméthane, distillant entre 251-253°; la deuxième fraction, soumise à une seconde hydrogénation, abandonne dans le vide du tricyclohexylmethane cristallisé.

Le produit obtenu par hydrogénation du paraoxytétraphénylméthane a été divisé en trois fractions : de la première on a séparé entre 154°-162° le cyclahexanol; la deuxième contient le dicyclohexylméthane. Quant à la troisième, elle est constituée par une huile visqueuse qui contient sans doute le dicyclophénylméthane, mais soumise à une nouvelle hydrogénation, elle a donné un produit cristallin présentant les caractères du tricyclohexylméthane.

MINÉRALOGIE. — *Jacques de Lapparent* (prés. par M. Pierre Termier). — **La texture des bauxites et leur origine.**

Si dans les bauxites riches en alumine, la teneur en silice vient à prendre quelque importance, il s'est formé

du kaolin, de telle manière que des pisolites, primitivement peu ferriques sont devenues kaoliniques. D'autres pisolites, plus ferriques, ont été, dans leur masse, particllement disloqués. La kaolinite est parfois remplacée par l'halloysite. La boehmite joue dans certaines bauxites un rôle analogue à celui de l'hydrargillite, mais on la trouve également avec cette dernière et de la kaolinite.

Dans les gisements de bauxite, le toit est en relation avec des dépôts qui furent intensément chargés de matériaux végétaux. Le mur des bauxites, très irrégulier ne laisse pas de doute sur l'origine de la matière qui donna naissance à ces roches et qui correspond aux argiles de décalcification qui sont susceptibles de se produire à partir des calcaires dans les climats tempérés.

HYDROLOGIE. — *F. Dienert* (prés. par M. Pierre Termier). — **Influence du sol sur le refroidissement des eaux.**

Le refroidissement de l'eau des alluvions au voisinage du cours d'eau tient uniquement au mélange d'eau de la rivière avec l'eau existant dans les alluvions situées sous son lit. Ces dernières étant un peu plus fraîches, refroidissent les eaux infiltrées du cours d'eau.

AGRONOMIE. — *J. Pien* (prés. par M. Th. A.-Schlœsing). — **De l'influence de la cyanamide calcique sur la réaction du sol.**

Dans les expériences effectuées, la cyanamide calcique a provoqué pendant 5 à 10 jours une alcalinisation progressive des sols. Celle-ci a subi ensuite une lente et légère régression. Le résultat final a été néanmoins une variation nette du pH vers l'alcalinité. L'amplitude et la rapidité de ces changements de réaction ont été plus grandes pour les terres riches en colloïdes (surtout humus) que pour les terres pauvres.

— *Th. Biéler-Chatelan* (prés. par A.-Th. Schlœsing). — **Châtaigniers, fougères et genêts calcicoles.**

L'auteur montre que malgré leur préférence pour les terrains peu ou pas calcaires, voire siliceux, le châtaignier, la fougère et le genêt d'Espagne peuvent aussi se trouver là où le carbonate de chaux confère au sol une réaction alcaline.

L. Franchet.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *A. Desgrez* et *J. Meunier*. — **Sur la présence du lithium et du strontium dans les dents et les os humains et sur leur état chimique.**

Le lithium existe dans le tissu osseux et dans les dents à l'état de phosphate, tandis que le strontium s'y rencontre à l'état de carbonate. Ces éléments passent probablement du sang dans ces tissus, sans changer de forme chimique, emportant ainsi avec eux la marque de leur origine.

— *P. Petit* et *Richard*. — **Sur la saccharification des dextrines.**

Une nouvelle action de l'amylase ne transforme en sucre réducteur, exprimé en maltose, que 47 p. 100 au plus de la dextrine formée à 70° et la transformation maxima atteint 13 pour 100 pour la dextrine produite à 50°. La saccharification complémentaire est donc très éloignée de provoquer un changement total en maltose, comme il avait été indiqué, sans tenir compte de la transformation secondaire du maltose en glucose.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Georges Bourguignon*. — **Chronaxie des muscles de la jambe du Lapin. Comparaison avec la chronaxie des muscles de la jambe de l'Homme à l'état normal et dans les lésions du faisceau pyramidal.**

Chez le lapin, la chronaxie des fléchisseurs est plus petite que celle des extenseurs et le rapport est de 2 à 3. Si on compare ces chronaxies avec celles de l'homme, on voit que les chronaxiès des extenseurs et des fléchisseurs à la jambe de l'homme sont dans le rapport inverse de celles du lapin. Chez l'homme, la chronaxie des extenseurs est plus petite que celle des fléchisseurs, le rapport étant d'ailleurs sensiblement de même valeur dans les deux espèces (2 à 3).

Dans les lésions pyramidales (hémiplégies, paraplégies, etc.), on voit reparaître la même homologie au point de vue des chronaxies qu'au point de vue embryologique. On pourrait donc dire que la pathologie a ramené l'homologie embryologique, substitué l'homologie embryologique à l'homologie fonctionnelle.

— *F. d'Hérelle* et *E. Peyre* (prés. par M. A. Desgrez). — **Contribution à l'étude des tumeurs expérimentales.**

Dans les tumeurs des plantes, il existe une symbiose *B. tumefaciens*-bactériophage, d'où dérivent ces formes protobactériennes, infravisibles et filtrantes, de *B. tumefaciens*.

Les expériences réalisées suggèrent l'hypothèse que le virus filtrant, agent du sarcome transmissible de la poule, pourrait être la forme protobactérienne, filtrante, d'un staphylocoque.

Il existe, dans les tumeurs provoquées par des applications de goudron, une symbiose bactérie-bactériophage, avec présence de formes protobactériennes filtrantes de la bactérie, soit au staphylocoque dans les expérience des auteurs.

GÉOLOGIE. — *G. Dubar* (prés. par M. Ch. Barrois). — **Sur les terrains métamorphiques de Betchat (Ariège).**

A Betchat, on peut s'assurer que les terrains réputés triasiques sont tous plus ou moins atteints par le métamorphisme.

Il est intéressant de souligner la ressemblance de ces roches de Betchat avec celles d'Arnave (Ariège) : calcaires à dipyre, à actinote, gypse à leuchtenbergite et pyrite, anhydrite violacée, et aussi leur situation commune très au nord de la masse des terrains métamorphiques, comme le sont les gisements de Pouzac, d'Ossun et de l'ouest des Pyrénées.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *E. Blanchard* et *J. Chaussin* (prés. par M. A. Desgrez). — **Antagonisme entre les chlorures employés à forte dose et les sulfates au cours du développement du blé et de l'avoine en grande culture.**

L'addition, au printemps, de très fortes doses d'engrais chlorurés, en faisant pénétrer dans la plante des quantités importantes de chlorures, a fait disparaître presque totalement les sulfates et éléments élaborés, contenant du soufre, solubles de la plante, sans cependant empêcher une augmentation importante du rendement. Les sulfates, absorbés par la plante avant l'application des doses massives de chlorures, et leur apport régulier à l'état de traces grâce à l'humidité de ces terres que l'on a été obligé de drainer, ont suffi aux besoins d'une abondante récolte, mais on pressent les dangers en cas de sécheresse.

Il y a lieu de veiller à ne pas déséquilibrer les formules d'engrais par des quantités trop fortes de chlorures.

PARASITOLOGIE. — *Charles Pérez* (prés. par M. Félix Mesnil). — **Sur le parasitisme protélien du *Nectonema*.**

Le développement du *Nectonema agile* comporte un parasitisme protélien analogue à celui des Gordiens : pendant toute la croissance qui s'accomplit à l'état de parasite interne, les Pagures jouent un rôle homologue de celui que les Insectes jouent comme hôtes vis-à-vis des

Gordiens. Si les Pagures sont vraisemblablement ses hôtes d'élection, d'autres Crustacés peuvent éventuellement les suppléer dans ce rôle.

HYGIÈNE. — *Daniel Chevrier* et *Max Salles* (prés. par M. d'Arsonval). — **Stérilisation des eaux potables par électrolyse.**

La méthode de stérilisation proposée par les auteurs consite à électrolyser l'eau sous une densité anodique suffisante. La résistivité des eaux potables étant assez grande, la densité anodique nécessaire est obtenue en faisant agir aux bornes des électrodes une différence de potentiel élevée. Pratiquement 110-120 volts donnent d'excellents résultats.

Le passage du courant, dans les conditions décrites, donne naissance à du chlore provenant des chlorures alcalino-terreux, à des hypochlorites provenant de l'électrolyse de chlorures alcalins contenus dans l'eau d'une part, d'autre part à de l'ozone provenant de la condensation de l'oxygène sur l'anode.

MÉDECINE. — *Roger Douris* et *Charles Mondain* (prés. par M. d'Arsonval). — **La différenciation des sérums pathologiques au moyen de leurs figures de déshydratation.**

Les figures de déshydratation des sérums normaux sont régulières et montrent toujours une assez grande symétrie dans les lignes de force mises en évidence par la dessiccation.

Cette symétrie que l'on constate encore sous les sérums syphilitiques, disparaît pour ainsi dire totalement chez les sérums cancéreux.

Les figures obtenues avec des sérums de syphilitiques, de tuberculeux, de lépreux, constituent, de plus, tous les termes de passage entre la structure du sérum normal et celle du sérum cancéreux.

Les nombreuses figures obtenues avec les sérums d'individus atteints d'affections cancéreuses diverses mettent en évidence un déséquilibre sérique qu'il convient de rapprocher de l'anarchie cellulaire constatée par les histologistes dans toutes les tumeurs néoplasiques.

P. Guérin.

Séance du 25 juillet 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Pfeiffer* (transm. par M. Appell — **Construction d'après un système d'équations linéaires aux dérivées partielles du premier ordre à une fonction inconnue, d'une équation, linéaire en Jacobiens, satisfaisant aux conditions de M. Hamburger, et aussi d'un système d'équations, linéaires en Jacobiens, pour lequel sont remplies les conditions généralisées de M. Hamburger.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Serge Bernstein* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les polynomes mu tiplement monotones qui s'écartent le moins de zéro.**

GÉOMÉTRIE APPLIQUÉE. — *André Blondel.* — **Abaques par la résolution de l'équation générale du troisième degré et la discussion de l'équation différentielle du troisième ordre à coefficients constants.**

— *D. Wolkowitsch* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur une interprétation géométrique du théorème de Castiglione dans un cas particulier.**

MÉCANIQUE. — *D. S. De Lavaud* (prés. par M. Rateau). **Stabilité des vibrations du train avant d'une voiture automobile.**

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *A. Véronnet* (transm. par M. Appell). —. **Mouvement le plus général d'une masse fluide hétérogène isolée, qui conserve une forme invariable. Les trajectoires sont circulaires et les surfaces de niveau sont de révolution.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *M. Swyngedauw* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur le déroulement des courroies.**

— *Rebillet* (prés. par M. Rateau). — **Sur la carburation dans les moteurs à explosion.**

Le problème étudié par l'auteur consiste à faire reproduire au débit d'essence une loi représentée par une courbe identique ou semblable à celle des poids d'air. La pompe centrifuge avec ses propriétés particulières le permet. A rendement hydraulique constant les débits d'une pompe centrifuge sont proportionnels aux vitesses et, par conséquent, peuvent être représentés par une droite. Pour amener les points de cette droite à se superpooser à ceux de la courbe, on introduit dans le circuit de la pompe des résistances convenables liées à la vitesse de celle-ci. De même pour passer d'une autre droite à la courbe corrspondante. Une figure indique le dispositif répondant à ces données.

AVIATION. — *Léon Kirste* (prés. par M. Rateau). — **Maximum pratique de l'agrandissement des avions commerciaux.**

L'auteur a choisi comme critérium de l'agrandissement « la capacité du transport », produit de la charge marchande par le rayon d'action et par la racine carrée de la vitesse commerciale, ce dernier facteur tenant compte de l'intérêt d'une vitesse élevée pour l'exploitation. L'agrandissement est limité par l'accroissement rapide du poids de construction. Pour reculer la limite pratique au-delà de laquelle la charge marchande deviendrait trop faible pour une exploitation rationnelle, il y a lieu de répartir une certaine partie de la charge sur toute l'envergure. Cette considération fait adopter à M. Kirste le type monoplan à aile épaisse.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Ch. Mauguin.* — **Etude du mica muscovite au moyen des rayons X.**

L'auteur s'est proposé de déterminer le groupe de Fedorow-Schœnflies auquel appartient le cristal et la grandeur de l'élément à soumettre aux opérations du groupe pour constituer l'édifice. Il a utilisé à cet effet les diagrammes provenant de la diffraction de K_α du cuivre ($\lambda = 1{,}538$ Å) pour une lamelle de mica (épaisseur 0^{mm} 02) qu'il a fait tourner successivement autour des rangées 100,010, 102,001 du réseau cristallin l'axe de rotation étant en même temps l'axe d'une chambre photographique cylindrique de 240^{mm}. de circonférence.

MINÉRALOGIE. — *Branco Dimitrievitch.* — **Sur les conditions de gisement de l'axinite du mont Avala (Serbie).**

L'axinite, toujours d'origine pneumatolytique, est formée au contact des calcaires et des roches éruptives, mais elle a été rencontrée aussi dans des schistes et dans des diabases. Elle a été signalée par M. Zujovic au Mont Avala où elle a été observée : 1° dans une carrière (Maïdan) sur le versant oriental dans une rhyolite très altérée; 2° sur la crête de la montagne, où elle est associé à une roche mésocrate, dépourvue de quartz et constituée par des feldspaths altérés, de la biotite, des pyroxènes ouralitisés; 3° sur le versant oriental, dans la partie inférieure du ravin Vranovac, descendant de la crête et creusé dans les marnes, les grès et la serpentine. Ce dernier gisement est le plus riche du Mont Avala.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Jean Popesco* (transm. par M. A. Cotton). — **Sur une variation du magnétisme terrestre.**

Les observations ont été faites à Bucarest, lors de l'éclipse de soleil du 29 juin 1927. Le soir du 28 juin, à

20 heures, la pointe nord de l'aiguille de la boussole marquait la division O du cercle de la boussole; le 29 juin à 6 heures l'aiguille marquait une légère déviation vers l'ouest. Pendant la phase maxima de l'éclipse, l'aiguille est revenue au zéro. Au moment de la réapparition de la grande tache visible en ce moment sur le soleil, l'aiguille a dévié tout d'un coup vers l'ouest, d'environ 15 minutes d'arc. Cette déviation a diminué ensuite d'une façon normale jusqu'au soir. Aucune déviation anormale de l'aiguille aimantée n'a été observée les jours suivants.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *E. M. Antoniadi* (prés. par M. Deslandres). — **Observations récentes de la planète Mercure avec la lunette de 0m 83 de Meudon.**

Dans la partie supérieure ou australe du croissant on observa le 21 juin une plage grisâtre de forme irrégulièrement ovale; elle existait encore dans la même position les 22 et 23 juin. L'auteur l'avait déjà vue en 1924, et M. Lyot, en 1923, à Meudon. Elle serait identique à une plage sombre signalée, en 1912, dans ces régions de la planète par M. Danjon.

PHYSIQUE COSMIQUE. — *Carl Störmer* (prés. par M. Deslandres). — **Action remarquable de la lumière du soleil sur la hauteur des aurores boréales.**

Les observations faites à Oslo le 8 septembre 1926 lors d'un aurore boréale semblent montrer que la lumière du Soleil a, sur l'atmosphère supérieure, un effet d'une nature thermique ou électrique et tel que le bombardement par les rayons électriques causant l'aurore boréale sera visible à des hauteurs exceptionnelles. Peut-être, l'atmosphère se dilate vers le haut par un accroissement de température ou par une charge électrique due à l'ionisation. On connaît déjà un effet de la lumière sur la hauteur de la courbe d'Heaviside.

OPTIQUE. — *J. Clavier* (prés. par M. Deslandres). — **Etude du pouvoir réflecteur de quelques aciers inoxydables.**

Un acier (AG_1), des aciéries de Firminy et deux aciers (S_2 et S_3) des aciéries Holtzer ont présenté un pouvoir réflecteur plus élevé que celui du bronze des miroirs (68 Cu + 32 Sn). Ce pouvoir réflecteur ne s'est pas affaibli pour les échantillons qui ont été exposés à l'air. Les aciers inoxydables semblent donc posséder les qualités d'un bon réflecteur. S'ils étaient susceptibles d'être argentés facilement sans être attaqués, ils présenteraient, en raison de leurs propriétés métalliques, un intérêt réel pour la fabrication de miroirs de grandes dimensions utilisés dans les appareils astronomiques.

OPTIQUE INSTRUMENTALE. — *C. W. Ritchey* et *Henri Chrétien* (prés. par M. Charles Fabry). — **Présentation du premier modèle de télescope aplanétique.**

Le premier miroir mesure 0 m. 505 de diamètre, il est concave et sa longueur focale est de 1 m. 64. L second miroir, qui est convexe, mesure 0 m. 18 de diamètre; sa longueur focale est de 1 m. 11. Il est placé à 1 m. 06 du premier dont il agrandit l'image 2.1 fois, de sorte que l'ouverture relative finale est égale à 1/6,825, la longueur focale de la combinaison se trouvant portée à 3 m. 45. L'image se forme à 0 m .16 en arrière du grand miroir qui a été percé en son sommet d'un trou de 0 m. 13 de diamètre pour permettre l'observation directe. La longueur totale de l'instrument est ainsi de 1 m. 22.

SPECTROSCOPIE. — *Edmond Bayle* et *Lucien Amy* (prés. par M. Fabry). — **Sur l'application de l'analyse spectrale à la recherche des impuretés métalliques.**

Généralisant la méthode de Jolibois et Bonnet, les auteurs ont employé une cathode simple plongeant jusqu'au fond de la solution à électrolyser contenue dans un tube à essais. La partie située dans le liquide est isolée. Seule l'extrémité sur laquelle s'effectue le dépôt métallique est restée à nu. Cette modification permet de faire bouillir le liquide, ce qui favorise beaucoup l'électrolyse et permet d'augmenter l'intensité du courant.

La sensibilité de la méthode a permis de retrouver, par exemple 1/10000e de milligramme de fer dans 1 gr. d'acide citrique, 1/10000e de milligramme de cuivre dans 0 gr. 50 de zinc. Enfin, cette méthode a pu être appliquée à des recherches judiciaires telles que l'examen de traces de projectiles, de débris de peinture, de textes surchargés, de documents lavés, etc.

CATALYSE. — *Paul Sabatier* et *Antonio Fernandez.* — **Déshydrogénations et hydrogénations catalysées par des oxydes métalliques.**

Les auteurs ont recherché, pour des composés autres que l'alcool, l'aptitude déshydrogénante des oxydes : ils ont opéré avec l'oxyde manganeux opposé à la pipéridine. Les vapeurs de cet alcaloïde passant à une certaine vitesse sur une traînée d'oxyde manganeux, placée dans un tube chauffé à 600° fournissent un dégagement régulier d'hydrogène libre; le liquide brun formé est un mélange du pyridine et de dipyridile, ce dernier étant produit par un certaine déshydrogénation de la pyridine.

Ils ont cherché également à voir si l'oxyde de zinc ou l'oxyde manganeux pourraient, sous la pression ordinaire, servir de catalyseurs hydrogénants dans certaines réactions notamment avec le nitrobenzène, les éthers nitreux, les nitriles, les carbures éthyléniques et les acétones.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L. Dunoyer* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur la mesure des gaz dissous dans l'eau.**

La méthode consiste à évaporer dans un très bon vide une petite quantité d'eau produite par un moyen convenable et à mesurer la presion qu'exercent les gaz restants dans un volume connu. La vapeur d'eau est absorbée soit par l'anhydride phosphorique, soit par un piège immergé dans une bouillie de neige carbonique et d'acétone, séparant de la jauge le tube dans lequel se produit l'évaporation.

Il résulte des expériences que le procédé classique consistant à chauffer l'eau sous la pression atmosphérique, n'en extrait pas tous les gaz; pour les extraire en totalité, il faudrait évaporer l'eau complètement par ébullition, mais la condensation présenterait des difficultés que la méthode précitée permet d'éviter.

CHIMIE. — *A. Colani* (prés. par M. Urbain). — **Etude des systèmes sulfate d'uranyle, sulfate alcalin, eau à 25°.**

L'examen des courbes de solubilité montre qu'à 25° les corps obtenus semblent se comporter comme de véritables sels doubles. Seule l'augmentation de solubilité du sulfate de potasium peut faire pressentir ici la formation d'un uranylsulfate complexe. Il est possible que les vrais sels complexes soient les sels de Rimbach. $[UO^2(SO^4)^3]\,M^4$, dont le sel de potassium n'est stable qu'à partir de 80° environ. En tous cas le sel de sodium de cette série, dissous à froid dans une solution saturée de sulfate de soude précipitée immédiatement par le ferrocyanure de potassium. Ceci est conforme aux indications de M. Pascal sur la dissociation par l'eau des uranylsulfates.

CHIMIE MINÉRALE. — *Félix Taboury* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur le carbonate basique de glucinium.**

On peut conclure de ces expériences : 1° que la décomposition à 100° du carbonate double de glucinium et d'ammonium en solution dans le carbonate d'ammonium ne conduit pas au corps $CO^2.3GlO,5H^2O$ indiqué par Debray, mais à un carbonate basique contenant encore de l'am-

moniaque; 2° qu'il est extrêmement difficile de faire perdre tout l'ammoniac à ce dernier par lavages à l'eau chargée de CO^2; 3° qu'à la pression ordinaire, en présence d'acide sulfurique ce carbonate basique perd lentement un peu d'eau; 4° qu'à la longue (20 ans) à la température ordinaire ce carbonate perd relativement peu d'eau, mais voit sa teneur en ammoniaque baisser légèrement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Max* et *Michel Polonavski* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur un dérivé sopinium : réduction en ψ-scopine et dégradation en aldéhyde *m*-oxybenzoïque.**

Leurs recherches sur l'action de H^2O^2 sur la scopolamine ont conduit les auteurs à de nouveaux dérivés de ce produit. Ils ont isolé un sel de scopinium résultant de la transposition de la copule tropique de l'alcool secondaire à l'azote basique de la scopine.

Le bromure de scopinium a été obtenu par le déplacement de l'acide tropique à l'aide de BHr : il cristallise de ses solutions, fond à 209°-210° et répond à la formule $C^8H^{12}O^2NBr$.

Le bromure traité par une quantité équimoléculaire d'oxyde d'argent humide, conduit à des dérivés phénolique et aldéhydique parmi lesquels on isole un composé fondant à 109°, de formule $C^7H^6O^2$, et donnant de l'aldéhyde *m*-oxybenzoïque. Traité à l'ébullition par une lessive alcaline concentrée il se transforme, par moitié environ, en un autre corps neutre, l'alcool *m*-oxybenzylique, et en acide *m*-oxybenzoïque $C^7H^6O^3$.

— *Emile André* et *M. Th. François* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Contribution à l'étude des huiles d'animaux marins. Recherches sur les alcools aliphatiques non saturés de l'huile de spermaceti.**

Les alcools aliphatiques non saturés à l'huile de spermaceti sont constitués par un mélange d'au moins deux alcools dans lequel l'alcool oléylique domine; l'autre alcool est deux fois éthylénique et de condensation plus élevée. Les dérivés de la fonction alcool de l'alcool oléylique sont difficiles à obtenir purs parce que ce composé subit une isomérisation partielle au cours des manipulations. L'alcool élaïdylique est plus stable, la préparation de ses dérivés présente beaucoup moins de difficultés.

— *Mme Ramart*, *Mlle Laclôtre* et *M. Anagnostopoulos* (prés. par M. Moureu). — **Action des dérivés organomagnésiens sur les amides primaires α trisubstituées.**

Alors que les acétamides mous ou disubstitués donnent des cétones quand on les condense avec les dérivés organomagnésiens, les acétamides trisubstitués perdent en général une molécule d'eau sous l'influence de ces mêmes complexes et sont ainsi transformées en nitriles. L'introduction d'un troisième radical en α vis-à-vis de la fonction amide change donc le sens de la réaction dans la plupart des cas étudiés. Les triacoylacétamides donnent partiellement la réaction normale. Pour ces amides, la quantité du nitrile formé augmente avec le poids moléculaire et varie avec la nature du magnésien. Cette action déshydratante des magnésiens sur les amides peut s'expliquer en supposant que l'amide réagit non pas comme à l'ordinaire sous la forme — $CONH^2$ mais sous la forme tautomère — $C\lessdot^{OH}_{NH}$

— *Raymond Charonnat* (prés. par M. Béhal). — **La solubilité de la 1-phényl-2.3-diméthyl-4-diméthylamino-5-pyrazolone dans l'eau.**

Un diagramme du système eau-pyramidon montre l'existence d'une seconde forme de pyramidon qui présente avec l'eau une solubilité réciproque, avec deux températures critiques, un maximum et un minimum de solubilité; l'alcool butylique secondaire est le seul exemple connu du même phénomène; la courbe de solubilité du pyradon est plus compliquée à cause du dimorphisme. La transformation en pyramidon β explique l'accroissement considérable de solubilité que le pyramidon ordinaire où α subit entre 65 et 70°.

AGRONOMIE. — *A. Lebediantzef* (prés. par M. A. Th. Schlœsing). — **Modifications des substances azotées dans la terre séchée à l'air libre et laissée ensuite en jachère.**

Les expériences ont montré que l'action exercée par la dessiccation sur le sol quant à sa teneur en azote nitrique et en azote ammoniacal ne s'est pas bornée aux manifestations immédiates, mais qu'elle s'est prolongée dans certaines conditions d'humidité et à la température ordinaire, de la manière suivante : 1° La terre séchée s'est distinguée de la terre non séchée par une accumulation de nitrates plus intense qui s'est développée graduellement durant toute l'expérience (6 mois); 2° La quantité d'azote ammoniacal, qui augmente brusquement sous l'effet immédiat de la dessiccation, a diminué durant les deux premières semaines et a recommencé ensuite à s'accroître, en se maintenant à un niveau élevé pendant une durée assez prolongée (4 à 5 mois).

L. FRANCHET.

PÉTROGRAPHIE — *P. Corbin* et *N. Oulianoff* (prés. par M. Emile Haug. — **De la différence et de la ressemblance des schistes cristallins des deux versants de la vallée de Chamonix (massifs du Mont-Blanc et des Aiguilles Rouges).**

Dans les deux massifs, sur les deux versants de la vallée de Chamonix, se trouvent des roches parfaitement semblables : gneiss à feldspaths alcalins et à biotite, micaschistes graphiteux, filons de microgranite porphyrique, gneiss à grenat et à biotite, amphibolites, amphibolites grenatifères, filons de pegmatite tourmalinifère, etc. La proportion réciproque de ces roches, ainsi que leur distribution en zones et les associations de ces zones dans les deux massifs sont tout à fait identiques.

ENTOMOLOGIE. — *A. Mordvilko* (prés. par M. P. Marchal). — **L'anolocyclie chez les Pemphigiens des Pistachiers.**

La tribu des *Fordea* embrasse tous les Pemphigiens formant des galles sur les *Pistacia* et les *Rhus*.

L'existence de *Fordea* anolocycliques (*Forda*, *Trifidaphis*, *Geoica*) aux Etats-Unis, est une preuve qu'à l'époque tertiaire le *Pistacia* y existait aussi, et c'est probablement sur le *P. mexicana* qu'il faut chercher des formes gallicoles correspondantes. L'existence de divers *Forda* en Sibérie prouve de même la présence de certains *Pistacia* à une époque antérieure dans cette contrée. La forme anolocyclique de *Pemphigella cornicularia* à Formose témoigne enfin qu'il devait y exister autrefois des *Pistacia*, peut-être *P. klinjuk* ou *P. chinensis*. Il faudrait admettre alors que le climat de Formose était plus sec, condition qui ne pouvait être réalisée que quand Formose faisait partie du continent.

PHYSIOLOGIE. — *F. Henrijean* (prés. par M. d'Arsonval). — **Nouvelles recherches sur le cœur et l'électrocardiogramme.**

Le cœur arrêté dans certaines conditions donne encore des caridogrammes, après qu'il a été extrait de l'organisme.

L'étude des électrocardiogrammes du cœur arrêté par le chloroforme ou autrement, a permis de constater que les phénomènes électriques non musculaires, qui se produisent dans l'organe et qui cessent petit à petit, continuent

d'abord dans l'ordre ordinaire P. R. T., mais, peu à peu, la distinction des ondes ne s'observe plus, une grande onde R semble succéder à P.

Le courant interrompu susceptible de produire la contraction musculaire par excitation d'un nerf moteur est sans action sur les fibres de Purkinje. La chaleur agit sur ces éléments comme le montre son influence marquée sur l'électrocardiogramme du cœur extrait du corps et ouvert.

— *Philippe Fabre* (prés. par M. d'Arsonval). — **Relation entre la constante linéaire et la chronaxie.**

L'auteur a utilisé deux appareils, instantanément interchangeables grâce à un jeu de commutateurs : l'un, pour la recherche de la constante linéaire par ondes cunéiformes, l'autre, pour la recherche de la chronaxie par condensateurs. Il a vérifié que la formule de Lapicque relative à cette dernière technique donne sensiblement les résultats de chronaxie trouvés par ondes cunéiformes.

— *Ch. Champy* et *Th. Keller* (prés. par M. E. L. Bouvier) **Développement utérin et mammaire par injection d'hormone ovarienne.**

Il n'y a aucune différence fondamentale entre les phénomènes de développement de la période œstrale et ceux de la période gravidique.

Il n'y a aucune relation entre la structure cytologique des organes et la présence des deux hormones étudiées qui existent respectivement dans le follicule et le placenta, d'une part, dans le corps jaune, d'autre part.

Les expériences relatées dans cette Note montrent l'existence, dans la glande mammaire mâle, d'une potentialité de développement aussi grande que dans la glande mammaire femelle.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *J. Houget, André Mayer* et *L. Plantefol* (prés. par M. Henneguy). — **Sur une forme particulière d'oxydation biologique.**

Si on place une Mousse, l'*Hypnum triquetrum*, dans une solution diluée d'acide oxalique, en présence d'oxygène, il se produit une oxydation pouvant aller dans les conditions optima jusqu'à la destruction complète de l'acide, en quelques heures, à 25°.

Les iodures, les ferri- et ferrocyanures, le chlorhydrate de phénylhydrazine arrêtent complètement l'oxydation par la Mousse. Si l'on ajoute dans le milieu un peroxyde comme l'eau oxygénée, l'oxydation est inhibée d'une façon irréversible.

L'oxygène libre est nécessaire pour produire la réaction; elle ne se produit pas dans le vide en présence d'accepteurs d'hydrogène tels que le bleu de méthylène ou le soufre. La forme particulière d'oxydation biologique décrite dans cette Note paraît donc mettre en jeu une activation de l'oxygène libre.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L. Margaillan* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Remarques sur l'huile de pépins de raisins.**

L'indice d'acétyle de cette huile, loin d'être une constante comme dans le cas de l'huile de ricin, est essentiellement une variable comme pour la plupart des huiles. Il est inexact de dire que l'huile de pépins frais ressemble à l'huile de ricin et encore plus de dire que l'huile de pépins altérés tend à ressembler à l'huile de lin. A tout prendre, ce serait la proposition inverse qui serait la moins inexacte.

L'huile de pépins soufflée constitue un bon lubrifiant.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *R. Fosse* et *Mlle V. Bossuyt* (prés. par M. E. Roux). — **Dosage de l'acide allantoïque à l'état de xanthylurée. Application à l'analyse des feuilles d'*Acer pseudoplatanus*.**

La méthode repose sur la formation de 2 molécules d'urée par hydrolyse de 1 molécule d'acide allantoïque. Les auteurs ont trouvé, dans les feuilles de Sycomore, 0 gr.68 d'acide allantoïque pour un kilogramme de feuilles fraîches, soit 2 gr. 70 pour 1 kilogramme de feuilles sèches.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Louis Ravaz est élu Correspondant pour la Section d'Economie rurale en remplacement de M. A. Balland, décédé.

M. P. Marchal est élu membre du Conseil d'administration de l'Institut national agronomique en remplacement de M. G. André, décédé.

Académie de Médecine. — Un généreux donateur qui désire garder l'anonymat, vient de mettre à la disposition des chercheurs une somme de 1 million de francs permettant de susciter, d'aider et de récompenser tous travaux, recherches cliniques et expérimentales tendant à la découverte du traitement préventif ou curatif de l'hébéphrénie.

Union astronomique internationale. — La prochaine Assemblée générale aura lieu à Leiden, le 5 juillet 1928.

Congrès des Sociétés savantes. — Comme nous l'avons déjà annoncé, le 61e Congrès s'ouvrira à Lille le 10 avril 1928. Les manuscrits, accompagnés d'un résumé succinct de chaque communication, devront être adressés avant le 25 janvier 1928 au 2e Bureau de la Direction de l'enseignement supérieur (Ministère de l'Instruction publique).

Le programme de la Section des Sciences comprend :

1° Exposer les progrès récents de la science dans l'étude des mouvements tourbillonnaires et leurs applications.

2° Méthodes modernes dans la théorie des fonctions.

3° Utilisation d'une série importante d'observations non encore publiées d'étoiles variables.

4° Propagation des ondes radio-électriques; applications.

5° Emploi de la catalyse dans l'industrie.

6° Etude des tremblements de terre.

7° Recherches dans les archives nationales, départementales ou communales, les documents nouveaux de nature à éclairer l'histoire des cadastres.

8° Etudes locales sur les orages, leur fréquence et les dégâts produits par la grêle.

9° Transpositions intra-moléculaires.

10° Etude métallographique des minerais opaques.

11° Recherche des documents concernant des chutes de météorites en France.

12° Recherches et observations sur les conditions qui déterminent le sexe.

13° Faune entomologique du Nord de la France.

14° Allure des maladies parasitaires des végétaux dans le Nord de la France.

15° Du choix des arbres destinées aux plantations dans les villes.

16° Question de l'efficacité des sels de cuivre dans la lutte contre les parasites végétaux.

17° La tuberculose et les moyens d'en diminuer la contagion.

18° Les méthodes de désinfection contre les maladies contagieuses et les résultats obtenus dans les villes, les campagnes, les navires et les établissements où la désinfection des locaux est pratiquée.

19° Adduction des eaux dans les villes. Etude sur la

pollution des nappes souterraines. Des égouts dans les grandes villes.

20° Etude des crèches, des pouponnières et de tous les établissements publics ou privés destinés à supprimer l'élevage mercenaire hors du domicile des parents, de faciliter l'élevage maternel et de diminuer la mortalité infantile.

21° Utilisation de la houille blanche et de la houille verte par l'industrie et l'agriculture.

22° Répartition des forces hydrauliques en France.

23° Utilisations des combustibles de qualité inférieure.

24° Gazogènes.

25° Chaudières à haute pression.

26° Hygiène et sécurité dans les exploitations minières.

27° Les moteurs modernes et leurs récents perfectionnements.

Questions proposées par les Sociétés Savantes de la région du Nord.

28° Histoire de la pêche en Irlande pratiquée par les pêcheurs de la côte flamande.

29° Les tourbières du Nord.

30° L'emploi des engrais synthétiques dans la région du Nord.

31° Les maladies des plantes, notamment le piétin et la rouille des blés dans le Nord de la France.

32° Structure de la houille.

33° Stratigraphie des gisements houillers, leurs faunes et leurs flores.

34° Le calcaire carbonifère.

35° Flore de la tourbe du Nord de la France.

36° L'hydrologie souterraine du Nord de la France.

37° Hygiène des ateliers et usines.

38° La flore et la végétation des régions littorales du Nord de la France.

39° La sérologie de la tuberculose.

40° Les cimetières de Mammouths dans la Mer du Nord.

41° La protection des plantes rares ou en voie de disparition (flore des dunes).

IIe Congrès du Chauffage industriel. — La Revue *Chaleur et Industrie* fait connaître que sur la proposition de la *Société de Physique Industrielle*, la *Commission interministérielle d'Utilisation du Combustible*, considérant que depuis quatre ans des travaux très importants ont été effectués en France et à l'étranger sur l'élaboration des combustibles, leur utilisation et les méthodes générales du chauffage industriel, considérant d'autre part que le Congrès du Chauffage Industriel de 1923 a eu, pour le progrès de la science et de la pratique en matière de bonne utilisation de combustibles, une réelle utilité, a émis l'avis que le moment était venu d'organiser le 2e Congrès du Chauffage industriel.

Ainsi qeu de coutume, le Congrès sera réuni par la *Commission interministérielle d'Utilisation du Combustible*, avec le concours de la *Société de Physique Industrielle*, qui sera appelée à jouer le rôle de commission permanente pendant les intersessions.

Le Congrès sera présidé, comme en 1923, par M. Henri Le Chatelier, Président d'Honneur, et par M. Walckeaner, Inspecteur Général des Mines, Président, qui seront assistés de onze vice-présidents, parmi lesquels MM. Charpy et Guillet, Membres de l'Institut, et de M. de Courville, Président de la *Société de Physique Industrielle*.

Le secrétariat sera dirigé par MM. Pierre Appell et P. Couturier.

Le programe comprend : 1° Elaboration des combustibles; 2° Utilisation des Combustibles et de la Chaleur; 3° Perfectionnement des méthodes générales de chauffage industriel.

Ce: important Congrès, qui a lieu tous les cinq ans, se tiendra au Conservatoire National des Arts et Métiers dans la première quinzaine de juin 1928.

Le Règlement du Congrès doit être demandé au secrétariat général, 5, rue Michel-Ange, Paris, 16e.

Exposition de Motoculture. — Une exposition de motoculture aura lieu sur le territoire de la commune d'Aubergenville (Seine-et-Oise), du 1er au 6 octobre 1927. Cette exposition est organisée par le Ministère de l'Agriculture (Comité central de culture mécanique), avec la collaboration du Ministère de la Guerre. Elle aura lieu en même temps et sur le même terrain que la semaine de motoculture organisée par le Comité intersyndical de motoculture.

L'exposition comprendra les sections suivantes :

1° Tracteurs agricoles et moteurs agricoles fixes munis de gazogènes, ayant pris part aux expériences prévues par l'arrêté ministériel du 13 avril 1927, et qui auront lieu à l'Ecole d'Agriculture de Grignon;

2° Camions militaires à gazogènes présentés par le Ministère de la Guerre;

3° Appareils mobiles pour la carbonisation du bois en forêt, présentés en état de fonctionnement;

4° Appareils d'abatage mécanique des bois, présentés en état de fonctionnement si possible;

5° Appareils de labourage électrique, présentés en état de fonctionnement;

6° Appareils de drainage mécanique, également en état de fonctionnement si possible.

Les intéressés devront adresser leurs demandes d'admission au Ministère de l'Agriculture, bureau 49 *bis*, avant le 20 août 1927.

Le Ministre de l'Agriculture, sur la proposition du comité central de culture mécanique, pourra attribuer aux participants aux diverses sections des encouragements en espèces destinés à les indemniser en partie des dépenses qu'ils auront faites à cette occasion.

Les demandes d'admission devront être accompagnées d'un mémoire et d'une note descriptive avec plan à l'appui et l'indication de la surface nécessaire à l'installation des appareils exposés.

Dans les sections 2 à 6 mentionnées ci-dessus, ne seront admises que les personnes qui s'engageront par écrit à faire procéder à des essais et ce, pendant toute la durée de l'exposition, à l'aide de leur personnel, à leurs frais et à leurs risques et périls.

Dans toutes les sections, les exposants devront s'être assurés contre tous risques à une compagnie d'assurance notoirement solvable. La police d'asurance devra être communiquée pour visa au commissaire général, avant l'ouverture de l'exposition; il ne pourra être procédé aux essais si cette formalité n'est pas remplie. Toutes les responsabilités civiles et pénales sont à la charge des intéressés à qui elles incombent, étant entendu que les départements de l'agriculture et de la guerre déclinent à cet égard toute responsabilité.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — Le nombre des chefs de travaux des Facultés de Médecine, des Sciences et de Pharmacie, de l'Université de Paris, fixé antérieurement à 39 et réparti comme suit : médecine : 13; sciences : 20; pharmacie : 6, est ramené désormais à 38 et réparti ainsi qu'il suit : médecine : 12; sciences : 20; pharmacie : 6.

Le nombre des préparateurs et assistants des Facultés de Médecine, des Sciences et de Pharmacie de l'Université de Paris, réparti antérieurement comme suit : médecine : 72; sciences (assistants) : 75 (nombre) à ramener progres-

sivement à 55 par application du décret n° VIII du 1er octobre 1926); pharmacie : 33, est réparti désormais ainsi qu'il suit : médecine : 73; sciences (assistants) : 75 (nombre à ramener progressivement à 55); pharmacie : 33.

— *Faculté de Médecine.* — M. Loeper est nommé Professeur de thérapeutique, en remplacement de M. Carnot.

M. Roucière est nommé Professeur d'anatomie en remplacement de M. Nicolas.

Un emploi de Chef des travaux est supprimé.

Un emploi de préparateur est créé.

— *Faculté de Pharmacie.* — M. Guérin, Agrégé, est nommé Professeur de botanique, en remplacement de M. Guignard.

M. Tassilly, Chargé de Cours, est nommé Professeur de physique, en remplacement de M. Daniel Berthelot.

Facultés de Médecine. — *Bourses de doctorat.* — Un concours pour l'obtention des bourses de doctorat aura lieu au siège des Facultés de Médecine et des Facultés mixtes de Médecine et de Pharmacie le 17 octobre 1927.

Les candidats s'inscriront au secrétariat de la Faculté près laquelle ils désirent poursuivre leurs études. Ils devront être français et âgés de dix-huit ans au moins et de vingt-huit ans au plus. Cette dernière limite d'âge est reculée d'un temps égal à celui que le candidat aura passé sous les drapeaux pendant la guerre.

Les registres d'inscription seront clos le 8 octobre à seize heures.

Conditions d'admission à concourir et nature des épreuves.

Sont admis à concourir :

A. — *Régime d'études de* 1893 *à* 1899.

1° Les candidats pourvus de quatre inscriptions qui ont obtenu un minimum de 75 points à l'examen du certificat d'études physiques, chimiques et naturelles, ou à l'examen du certificat d'études supérieures de sciences portant sur la physique, la chimie et l'histoire naturelle, et qui justifient de leur assiduité aux travaux pratiques de première année.

2° Les candidats pourvus de huit inscriptions qui ont subi avec la note *bien* le premier examen probatoire.

3° Les candidats pourvus de douze inscriptions qui ont subi avec la note *bien* le deuxième examen probatoire.

4° Les candidats pourvus de seize inscriptions qui ont subi avec la note *bien* le troisième examen probatoire.

B. — *Régime d'études de* 1911-1912.

Les candidats pourvus de quatre, huit, douze ou seize inscriptions qui ont subi avec la note *bien* l'examen de fin d'année correspondant à leurs inscriptions.

C. — *Régime fixé par le décret du* 10 *septembre* 1924.

Les candidats pourvus de quatre, huit, douze ou seize inscriptions qui ont subi avec la note moyenne : 7, l'examen de fin d'année correspondant à leurs inscriptions.

Les épreuves écrites du concours consistant en compositions écrites, savoir :

I. — *Régimes d'études de* 1893-1899 *et de* 1911-1912.

Etudiants à quatre inscriptions.

Une composition d'anatomie (ostéologie, arthrologie, myologie, angiologie).

Etudiants à huit inscriptions.

a) Une composition d'anatomie (névrologie, splanchnologie) ou une composition d'histologie.

b) Une composition de physiologie..

Etudiants à douze inscriptions.

a) Une composition de médecine.

b) Une composition de chirurgie.

Etudiants à seize inscriptions.

a) Une composition de médecine.

b) Une composition de chirurgie ou une composition sur les accouchements.

II. — *Régime d'études de* 1924.

Etudiants à quatre inscriptions.

a) Une composition d'anatomie.

b) Une composition d'histologie.

Etudiants à huit inscriptions.

a) Une composition de physiologie.

b) Une composition de physique et de chimie biologiques comportant :

1° Une question de physique biologique (1 heure);

2° Une question de chimie biologique (1 heure).

Etudiants à douze inscriptions.

a) Une composition d'anatomie pathologique.

b) Une composition de pathologie expérimentale.

Etudiants à seize inscriptions.

a) Une composition de médecine générale.

b) Une composition de chirurgie générale ou d'obstétrique.

Deux heures sont accordées pour chacune de ces compositions.

N. B. — Peuvent obtenir sans concours une bourse de doctorat en médecine de première année, les candidats qui justifient :

Soit de la mention *bien* au baccalauréat de l'enseignement secondaire et de 75 points au moins à l'examen du certificat d'études physiques, chimiques et naturelles, soit de la mention *assez bien* au baccalauréat et de 80 points au moins audit certificat.

Soit de la mention *bien* au baccalauréat de l'enseignement secondaire et de la mention *assez bien* au certificat d'études supérieures de sciences portant sur la physique, la chimie et l'histoire ntaurelle, soit de la mention *assez bien* au baccalauréat et de la mention *bien* audit certificat.

Facultés de Pharmacie. — *Bourses de Pharmacie.* — Un concours pour l'obtention des bourses de pharmacie aura lieu au siège des Facultés de pharmacie et des Facultés mixtes de médecine et de pharmacie le lundi 17 octobre 1927.

Les candidats s'inscriront au secrétariat de la Faculté près laquelle ils désirent poursuivre leurs études. Ils devront être Français et âgés de dix-huit ans au moins et de vingt-huit ans au plus. Cette dernière limite d'âge est reculée d'un temps égal à celui que le candidat aura passé sous les drapeaux pendant la guerre.

Les registres d'inscription seront clos le 8 octobre à seize heures.

CONDITIONS D'ADMISSION A CONCOURIR ET NATURE DES ÉPREUVES

1° *Ancien régime d'études.*

Sont admis à concourir :

Les candidats pourvus de 4, 8 ou 12 inscriptions qui ont subi avec la note *bien* les examens de fin de 1re et 2e année, et l'examen semestriel.

2° *Nouveau régime d'études.*

Sont admis à concourir :

a) Les candidats pourvus de 4, 8 ou 12 inscriptions qui ont subi avec la note *bien* l'examen de fin d'année correspondant à leurs inscriptions;

b) Les candidats pourvus de 15 ou de 16 inscriptions qui ont obtenu la note *bien* au 3e examen de fin d'année.

Les épreuves du concours consistent en compositions écrites portant sur les matières énumérées dans le programme suivant :

A. — *Ancien régime d'études.*

Elèves à 4 inscriptions.

1° Physique et chimie;
2° Botanique.

Elèves à 8 inscriptions.

1° Chimie organique.
2° Matière médicale et pharmacie.

Elèves à 12 inscriptions.

1° Pharmacie galénique;
2° Chimie analytique et toxicologie.

Deux heures sont accordées pour chacune de ces compositions.

B. — *Nouveau régime d'études.*

Elèves à 4 inscriptions.

1° Physique et chimie minérale;
2° Botanique.

Elèves à 8 inscriptions.

1° Chimie organique.
2° Matière médicale et pharmacie.

Elèves à 12 inscriptions.

1° Pharmacie chimique;
2° Chimie analytique et toxicologie.

Elèves à 15 ou 16 inscriptions.

1° Chimie biologique et microbiologique;
2° Pharmacie galénique.

Quatre heures sont accordées pour l'ensemble de ces épreuves.

N. B. — Les candidats qui justifient soit de la mention *bien* au baccalauréat de l'enseignement secondaire et de la mention *assez bien* au baccalauréat et de la mention *bien* à l'examen de validation, peuvent obtenir sans concours une bourse de 1re année.

Museum national d'Histoire naturelle. — Ont été nommés pour une période de six années, membres du Conseil : MM. A. Fallières, ancien Président de la République; Doumer, Président du Sénat; Charlety, Recteur de l'Académie de Paris; Lacroix, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences; Edmond de Rothschild, membre de l'Institut.

Ecole Polytechnique. — Les élèves figurant sur les listes ci-après désignées seront seuls reconnus comme anciens élèves de l'Ecole Polytechnique et autorisés à prendre ce titre. Ces listes seront publiées au *Journal officiel*.

1° Liste par ordre de mérite des élèves sortants, ayant satisfait aux conditions des examens.

2° Liste des élèves ayant quitté l'Ecole avant la date normale de sortie de leur promotion, pour entrer dans un service de l'Etat, sur la demande même de ce service, agréée par le Ministre de la Guerre. Mais pour figurer sur cette liste spéciale ils devront avoir satisfait aux conditions des examens précédant leur sortie.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — L'enseignement préparatoire de Mathématiques, créé cette année au Conservatoire National des Arts et Métiers, comporte 20 leçons et a commencé le mardi 13 ceptembre. Il a lieu dans l'Amphithéâtre A, les mardi, jeudi et samedi, de 19 h. 1/2 à 21 heures.

Cet enseignement est public et gratuit. Il est destiné à faciliter aux jeunes gens l'accès des cours du Conservatoire et comprend des interrogations et des exercices à traiter par écrit.

— L'Académie des Sciences a élu M. P. Marchal, membre du Conseil d'Administration du Conservatoire national, en remplacement de M. G. André, décédé.

Ecole centrale des Arts et Manufactures. — Sont actuellement vacants : 1° un emploi de Chef de travaux, préparateur du Cours de Physique générale; 2° un emploi de Répétiteur du Cours de constructions civiles (2e partie).

Les candidats à ces emplois devront adresser leurs demandes, accompagnées de leurs titres au Directeur de l'Ecole, 1, rue Montgolfier, Paris 3e, jusqu'au 5 octobre 1927 inclusivement.

Ecole supérieure d'Electricité. — Le jury d'examens de sortie a accordé, dans sa séance du 27 juillet 1927, le diplôme d'Ingénieur Electricien à 203 élèves.

Ecoles nationales vétérinaires. — Un concours d'agrégation sera ouvert à l'Ecole nationale Vétérinaire de Lyon, le 15 octobre 1928, pour le dixième enseignement prévu par le décret du 28 juillet 1925 : maladies microbiennes et police sanitaire.

Un concours d'agrégation sera ouvert à la même école, le 22 octobre 1928, pour le premier enseignement prévu par le décret du 28 juillet 1925; chimie et pharmacie.

Les directeurs des Ecoles Vétérinaires donneront tous renseignements utiles sur les épreuves des concours et sur le programme des enseignements considérés.

Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Lyon. — Les chaires d'anatomie pathologique et de pathologie interne sont déclarées vacantes.

Un délai de vingt jours (à dater du 18 août) est accordé aux candidats pour faire valoir leurs titres.

Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Reims. — Un concours pour l'emploi de professeur suppléant des chaires d'Anatomie, Physiologie et Histologie à la dite Ecole s'ouvrira devant la Faculté de Médecine de l'Université de Nancy, le 3 février 1928.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture des concours.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Leçons sur les séries d'interpolation, par N.-E. Nörlund, rédigées par René Lagrange. [*Collection de monographies sur la théorie des fonctions* publiée sous la direction de M. Emile Borel]. In-8° de VII-236 pages. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1926.

Les problèmes d'interpolation remontent aux origines mêmes de l'Analyse : dès que les géomètres avaient résolu un problème de mécanique ou de physique, l'astronome, l'ingénieur ou le physicien réclamaient la construction de tables numériques leur permettant de traduire en nombres les résultats de la théorie; aussi, dans cet ordre de faits, la formule de Newton a-t-elle joui dès le début d'une importance exceptionnelle. Mais au point de vue théorique son rôle paraissait accessoire : seul, le cas-limite de cette formule retenait l'attention des analystes. Ainsi, jusqu'à une époque relativement rapprochée, les séries de Newton et de Stirling et les séries de facultés n'avaient fait l'objet d'aucune recherche systématique. Mais les travaux récents sur le prolongement analytique, sur l'intégrale de Laplace et les opérations fonctionnelles linéaires ont éclairé d'un jour nouveau les séries précédentes; elles présentent d'ailleurs de nombreuses affinités avec les séries de Dirichlet, dont l'importance en Analyse s'accroît tous les jours. Actuellement, de nombreux travaux ont déjà été consacrés aux séries d'interpolation, à leurs domaines de convergence, aux types de fonctions qu'elles sont susceptibles de représenter; les séries de facultés, par exemple, se sont montrées précieuses dans l'étude des points irréguliers des

des équations linéaires. Une mise au point des résultats acquis était indispensable; pour la présenter nul n'était mieux qualifié que M. Nörlund. L'Ouvrage qu'il vient de publier constitue le premier exposé systématique du sujet destiné à des lecteurs français. La rédaction nette et précise de M. Lagrange, l'abondante documentation qui termine le volume en rehaussent l'intérêt et contribueront à lui assurer partout le meilleur accueil.

René Garnier.

Eléments de microbiologie générale et d'immunologie, par M. Nicolle, Professeur à l'Institut Pasteur, *Deuxième édition, revue et augmentée*, par A. Boquet, Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur. In-8° de 360 pages. Gaston Doin et Cie, Editeurs, Paris. — Prix : 35 francs.

Tous ceux qui ont étudié la microbiologie au cours des premières années qui suivirent 1900 connaissent l'excellent ouvrage dans lequel M. Nicolle avait exposé si clairement l'ensemble des connaissances générales que l'on possédait alors sur l'anatomie, la physiologie et la biochimie des microbes. Depuis longtemps, l'auteur désirait publier une édition mise au courant des progrès de la science pasteurienne; son état de santé l'ayant empêché de s'en occuper, il est heureux que A. Boquet se soit chargé de ce soin car il a conservé ce qui faisait l'intérêt, les qualités de la première édition, tout en remaniant celle-ci de telle manière que rien n'y manque des plus récentes découvertes microbiologiques.

En entreprenant et surtout en menant si parfaitement à bien cette tâche difficile, A. Boquet a rendu un grand service à tous les médecins, biologistes ou biochimistes désireux d'acquérir des notions claires, mais cependant assez précises, sur l'ensemble de la microbilogie générale. Le livre que M. Nicolle et lui ont écrit constitue, en quelque sorte,la meilleure des introductions à l'étude de la bactériologie; aussi ne saurions-nous trop recommander sa lecture à tous ceux qui abordent l'étude de la biologie des microbes ou qui veulent se remettre en mémoire les principes sur lesquels reposent la pathologie générale et la thérapeutique des infections microbiennes.

A. B.

Chimie industrielle. — La grande industrie chimique. Les métalloïdes et leurs composés. Les métaux et leurs sels. Industries organiques, par Paul Baud. In-8° de 1022 pages avec 331 figures, 2e édition entièrement refondue. Masson et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 100 fr.

Lorsque M. Baud avait publié en 1923 la première édition de sa *Chimie industrielle*, l'ouvrage laissait prévoir un succès pleinement réalisé, puisque moins de quatre années après son apparition, il était épuisé. Conçu sur un plan excellent qui, fort judicieusement, a été conservé dans cette deuxième édition, il était surtout destiné aux élèves des grands établissements d'Enseignement technique. Mais il a dépassé les limites du cadre prévu, car il a trouvé également un excellent accueil auprès des praticiens pour lesquels il constituait une véritable mise au point pour de nombreuses questions relatives aux Industries chimiques qui avaient été profondément modifiées du fait de la guerre.

Une deuxième édition s'imposait donc, mais l'addition de 300 pages et de 60 figures ont nécessité une refonte complète de l'ouvrage. En outre, l'auteur a pris, dans l'intervalle des deux éditions, un contact plus complet avec certaines industries qu'il a pu étudier dans les usines mêmes, ce qui donne à son livre une valeur documentaire de premier ordre.

Il s'adresse donc aujourd'hui, non plus seulement aux élèves, mais, tout autant qu'à ceux-ci, aux ingénieurs et à tous les praticiens.

Parmi les additions importantes qui ont été faites à cette nouvelle édition, nous signalerons particulièrement celles qui sont relatives à l'Industrie des produits pharmaceutiques et à l'Industrie du caoutchouc, questions qui n'avaient pas été traitées dans l'édition précédente.

Le livre de M. Baud reste donc, mais avec d'heureuses additions, une excellente Introduction à l'étude des Industries chimiques et la faveur avec laquelle il a été accueilli rend superflu tout autre éloge.

En terminant, nous devons également féliciter l'éditeur pour la parfaite présentation de cet ouvrage.

L. Franchet.

Siloë, par Gaston Roupnel. In-12° de 213 pages. Librairie Stock, Delamain et Boutelleau, 7, rue du Vieux-Colombier, Paris. — Prix : 12 fr.

La grande idée de M. Roupnel, qui lui sert de fil conducteur et à l'appui de laquelle il invoque des arguments tirés d'une vaste érudition portant sur tous les domaines de la pensée depuis les sciences physiques et naturelles jusqu'aux sciences psychologiques, c'est que l'Univers est composé de perpétuelles habitudes. L'individu épouse, en les déformant vers ses fins, toutes les formes successives des espèces qui ont précédé la sienne, il est la récapitulation de l'histoire de toute la vie. Mais il n'y a pas entre la matière vivante et la matière inanimée de différence essentielle. Et c'est dans la matière inanimée que M. Roupnel pense pouvoir fixer le siège du souvenir matériel « qui donne aussi bien sa nature à la Vie que son apparence à la substance ». « C'est de ces souvenirs dynamiques qu'est faite, non seulement la vie, mais ce que nous appelons Matière, ce que nous appelons Energie; l'Energie n'est qu'une grande mémoire. »

Une telle fidélité dans le dynanisme énergétique qui constitue la matière peut sembler en contradiction avec les données de notre conscience. Interrogeant celle-ci sur le témoignage qu'elle apporte, M. Roupnel conclut que « l'Esprit, impuissant à défendre les privilèges traditionnels dont on l'a investi, doit rentrer dans la loi commune où se déroule tout le phénomène de la Vie et du Monde. » « Dans le sens de la route éternelle des êtres apparaît l'évolution générale d'un Univers fait de recommencements de plus en plus affirmés sur leurs souvenirs, et par conséquent sur leurs moyens. » Et l'auteur chante, dans une langue d'un lyrisme débordant, le retour éternel des choses. Aussi bien *Siloë* n'est pas un livre qui se puisse résumer. Les quelques lignes que nous venons de lui consacrer n'en donnent qu'une idée bien insuffisante. C'est un livre qu'on lit d'un trait, séduit par le charme d'un style où s'allient harmonieusement les images les plus heureuses, les arguments les mieux choisis.

A. Bc.

Le Gérant : M. Hédan.

Imprimerie P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 17 — 65e ANNÉE — 10 SEPTEMBRE 1927

LES PERCEPTIONS VISUELLES

UNE NOUVELLE THÉORIE ET SES APPLICATIONS A LA PROJECTION DU RELIEF

Deux théories des perceptions visuelles se trouvent en présence — l'une, la théorie d'Helmholtz, paraît répondre plus à une conception mathématique qu'à la réalité des faits — l'autre, essentiellement basée sur l'observation et l'expérience, a été exposée dans un mémoire couronné par l'Académie des Sciences.

Après un examen critique de la théorie d'Helmholtz nous décrirons les expériences sur lesquelles repose la théorie des perceptions visuelles qui terminera cette étude.

L'axe visuel étant la droite déterminée par le point le plus sensible de la rétine, la *fovea centralis*, et par le centre optique du cristallin, un point A de l'espace (fig. 216) sera vu nettement quand l'axe visuel passera par ce point. Dans la vision binoculaire, les deux axes visuels feront un angle Δ qui est, par définition, la parallaxe angulaire du point A. Les intersections a_1 et a_2 des axes visuels avec un plan vertical T sont, par définition, les images conjuguées du point A. Lorsque le point A est à l'infini, la parallaxe angulaire est sensiblement nulle et la distance des images conjuguées est égale à la distance qui sépare les yeux de l'observateur. Cette distance est dite base visuelle. Nous la désignerons par b.

La distance qui sépare les images conjuguées étant représentée par a, la différence b-a est, par définitition, la parallaxe linéaire du point A. A toute valeur de la parallaxe angulaire correspond une valeur de la parallaxe linéaire et réciproquement.

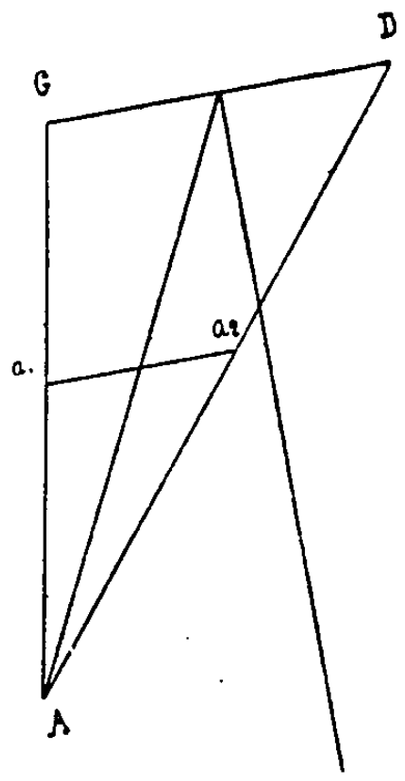


Fig. 216.

L'observation directe du point A, ou l'observation des deux images conjuguées de ce point, permet à l'observateur de le situer dans l'espace.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

La convergence des axes visuels vers un point de l'espace, ou, plus exactement, l'effort musculaire qu'elle exige, nous permet donc de déterminer la distance de ce point, et la différence des efforts musculaires nécessaires pour observer successivement les différents points d'un même objet nous en fait connaître le relief. L'observation des images conjuguées de cet objet donnerait d'ailleurs des sensations identiques. Dans Helmholtz l'observateur placerait chaque point de l'objet à l'intersection des axes visuels passant par les images conjuguées de ce point. Il y aurait donc reconstitution dans l'espace de l'objet représenté. Cette théorie repose donc sur la convergence des axes visuels et suppose que les images d'un même point de l'espace sont reçues par deux points rétiniens identiques, c'est-à-dire par deux points situés, l'un sur la moitié interne d'une rétine, et l'autre sur la moitié externe de l'autre rétine. Ces deux points ayant même latitude par rapport au plan équatorial de chaque œil, et même longitude par rapport à un plan perpendiculaire au premier et passant par l'axe visuel. Enfin, les impressions reçues par ces deux points identiques seraient transmises à une même cellule cérébrale par les deux moitiés d'une même fibre nerveuse. Le chiasma des nerfs optiques autorise cette hypothèse.

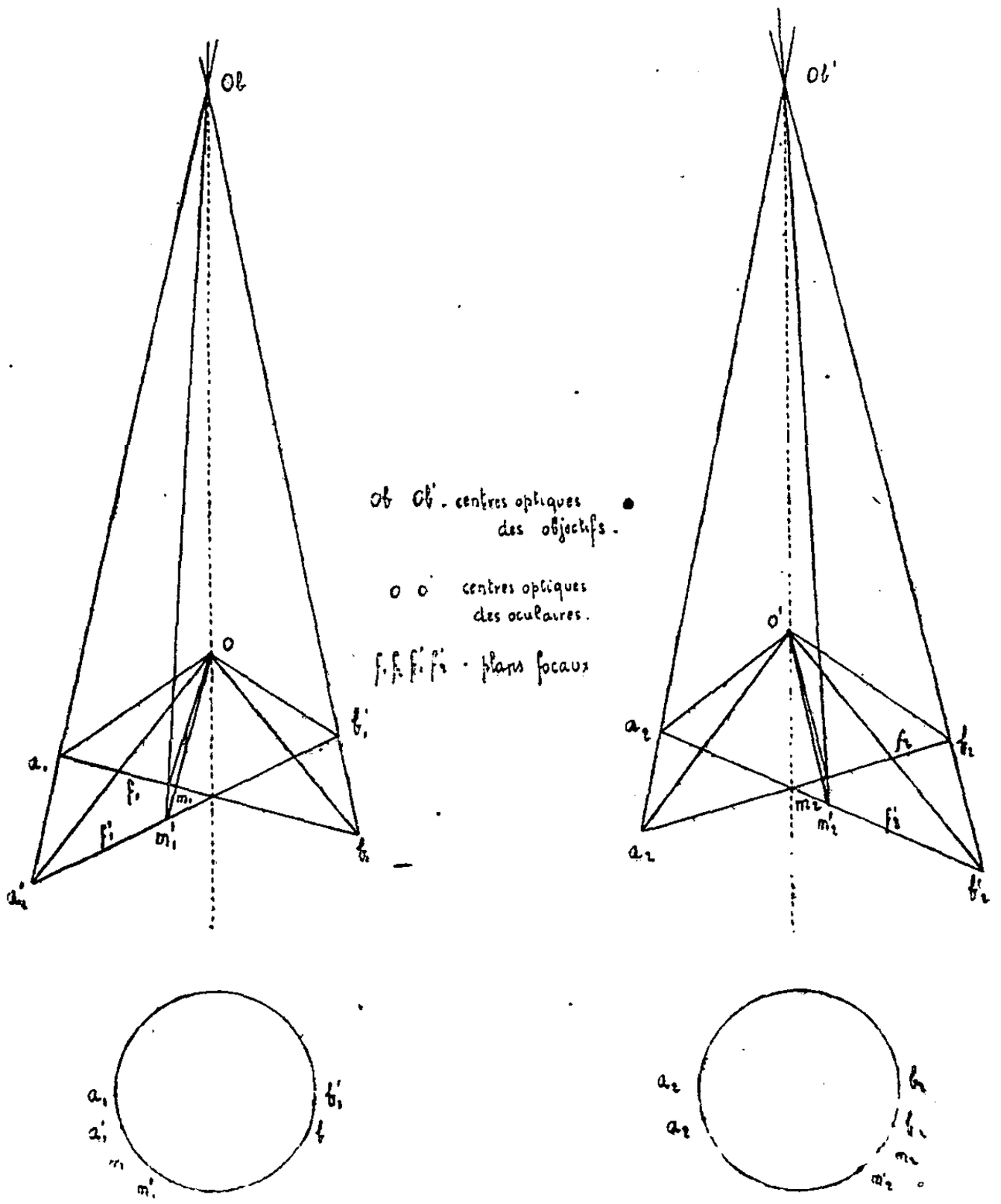


Fig. 217

Deux expériences décrites dans une étude antérieure nous ont permis de montrer que contrairement à la théorie d'Helmholtz il n'existait que deux points rétiniens rigoureusement identiques, les *foveas centralis* et que la fusion des deux images conjuguées était, en réalité, due à une divergence des axes visuels.

Observons le même espace (fig. 217) avec une jumelle dont les objectifs peuvent recevoir deux inclinaisons symétriques par rapport au plan médian de l'observateur. Nous dirons que la jumelle est convergente quand les axes optiques des deux objectifs se rencontreront en avant de

l'observateur, et divergente dans l'autre cas.

L'unité de sensation obtenue avec la jumelle convergente disparaît avec la jumelle divergente. Or, la distance qui sépare les points rétiniens recevant l'image d'un même point de l'espace est évidemment restée la même, puisque chaque œil reçoit l'image rétinienne que recevait l'autre précédemment. Mais les images d'un point de l'espace appartenant au plan médian et reçues primitivement par les deux *foveas* dans le premier cas, se font maintenant en deux régions rétiniennes non identiques, d'où diplopie. Cette diplopie cesse après quelques instants. Une divergence des axes visuels a permis alors de ramener les deux images de ce point sur les deux foveas. La disposition des points identiques des deux rétines n'a donc pas la précision mathématique qu'exige la théorie de la convergence. Une expérience très simple montre d'ailleurs que la fusion d'images conjuguées peut être obtenue sans le secours du stéréoscope par une divergence des axes visuels.

Plaçons sur une feuille blanche deux points A et B, séparés par une distance égale à la base visuelle de l'observateur : chacun des yeux fixant le point placé devant lui, l'observateur ne tarde pas à voir l'un des points se déplacer vers l'autre. C'est là évidemment une illusion qui est due à une divergences des axes visuels. Si, à ce moment, nous plaçons en A et en B deux images conjuguées, nous percevons directement le relief de l'objet ou de l'espace représenté.

Ces deux expériences montrent nettement que la perception du relief est due à une fusion psychique d'images rétiniennes différentes. Nous allons montrer que ces images peuvent être reçues par la même rétine, soit successivement, soit simultanément.

Ayant photographié un test d'oursin éclairé par une ampoule interne et placé dans l'obscurité, test préparé par Joseph Jézéquel, nous avons obtenu une photographie complètement dépourvue d'ombres. Cette photographie fut observée à l'aide d'une loupe à long foyer. La forme du test ne pouvait être définie, mais l'un des yeux étant fermé, un léger déplacement de la tête donnait l'illusion d'un déplacement très net des aires ambulacraires. Les images rétiniennes perçues successivement n'étaient donc pas identiques. Ainsi s'expliquerait le pseudo-relief perçu dans l'observation binoculaire d'une photographie examinée avec cette loupe. Il y aurait fusion psychique de deux images rétiniennes non identiques.

S'il en est ainsi, nous pouvons obtenir, en utilisant successivement les deux moitiés de l'objectif, deux images conjuguées donnant au stéréoscope la sensation de relief. Deux photographies du test d'oursin placé dans les conditions précédentes permirent de définir au stéréoscope la forme sphérique du test. L'objectif photographique devient donc un complexe semblable à l'objectif imaginé par Lippman et formé par un groupe de lentilles ayant même foyer. Cette conception se trouve confirmée par l'expérience suivante : plaçons en avant de l'objectif d'un appareil de prises de vues cinématographiques un écran percé d'une ouverture excentrée. L'écran est animé d'un mouvement de rotation dans un plan perpendiculaire

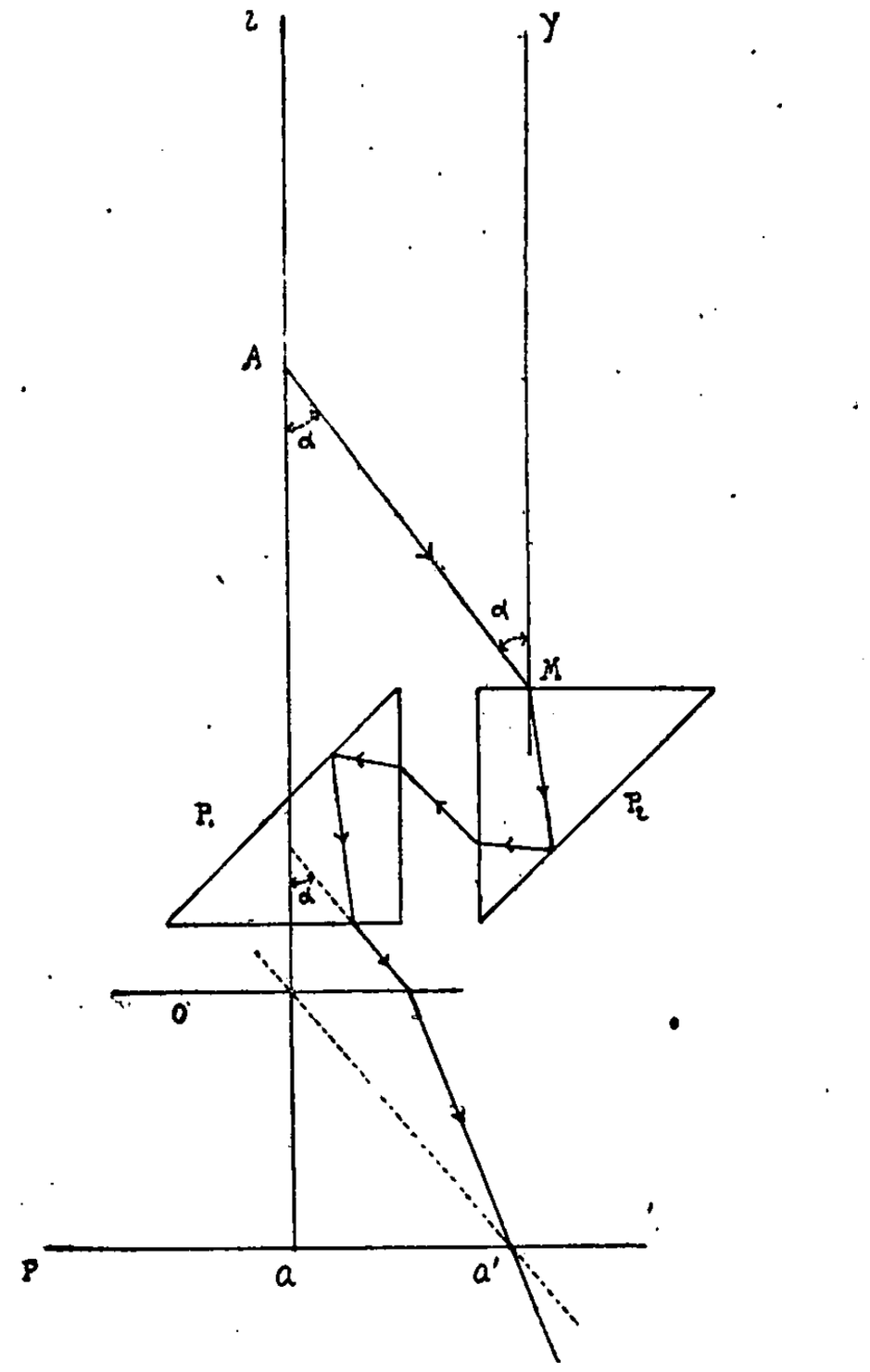


Fig. 218.
O, Objcetif P, Plaque photographique.

à l'axe optique de l'objectif et occupe successivement trente positions différentes par rapport à cet axe. Les trente photographies prises au moment où le diaphragme est immobile sont projetées sur l'écran et donnent à l'observateur une sensation nette de relief. L'objectif photographique est donc bien un complexe.

Nous avons tiré de cette expérience un procédé qui nous a permis de projeter avec relief des préparations microscopiques. Il est caractérisé par la rotation autour de l'axe optique de l'axe du faisceau lumineux reçu par la plaque sensible et par la constance de cet angle pendant toute la rotation. Cet angle sera par défi-

nition l'angle de prise de vue. Ce même principe est appliqué dans un second procédé qui nous a permis d'obtenir la projection avec relief de sujets divers — portraits, scènes, paysages, limités par l'horizon. L'angle de prise de vue est augmenté par un système de deux surfaces réfléchissantes se déplaçant devant l'objectif dans un plan perpendiculaire à son axe et

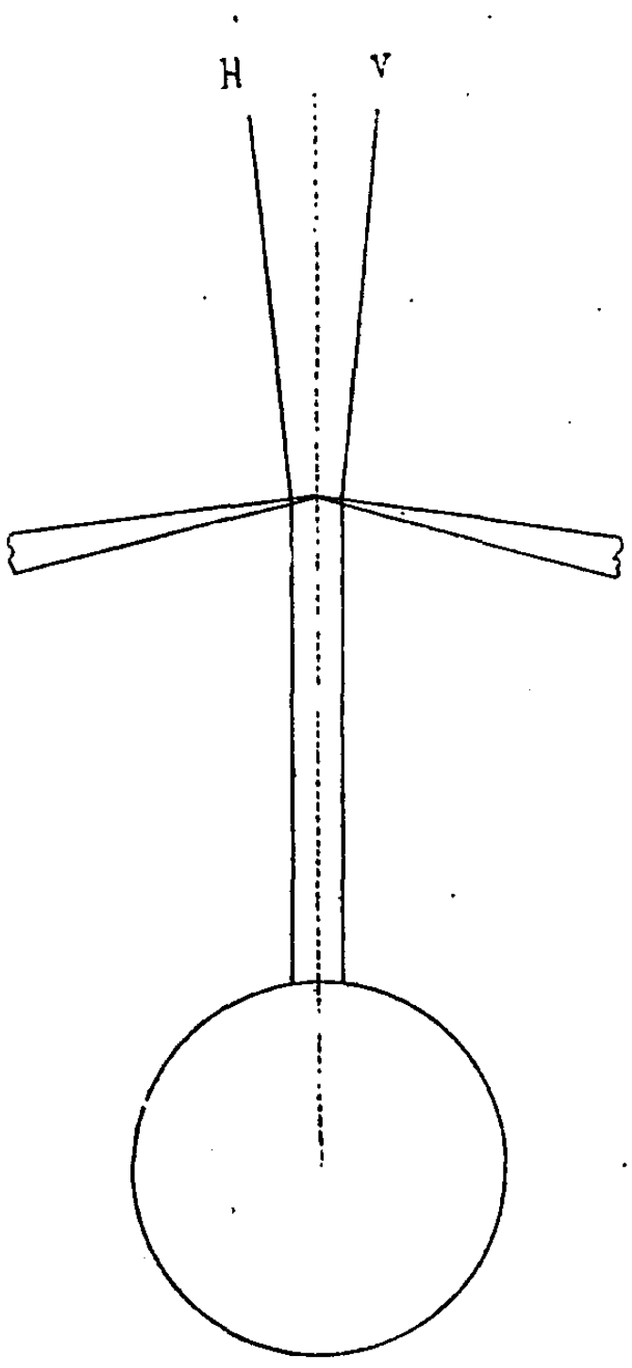


Fig. 219

faisant entre elles un angle égal à la moitié de l'angle de prise de vue (fig. 218).

Dans ces conditions, le sommet du cône enregistré par la rotation du faisceau lumineux reçu par la surface sensible, fait constamment son image au centre même de cette surface. Ce poin' sera, par définition, le point de repère. Tous les rayons lumineux émis par ce point et reçus par la surface réfléchissante externe sont sensiblement parallèles entre eux et deviennent parallèles à l'axe optique après une seconde réflexion sur la surface réfléchissante interne. Le point de repère sera donc toujours projeté rigoureusement sur le même point de l'écran. Il n'en est pas de même des images des autres points. Les unes sont toujours visibles et décrivent sur l'écran un cercle dont le diamètre sera, par définition, la parallaxe circulaire de projection. Les autres pourront au contraire disparaître pour une série de positions successives de la surface réfléchissante externe. La projection de ce film par l'appareil ordinaire aurait pour effet d'augmenter la parallaxe circulaire de projection des différents points de l'objet. Les axes secondaires passant successivement par les images de ces points seraient en effet divergents. La parallaxe circulaire de projection sera au contraire diminuée si nous déplaçons devant l'objectif, avec la même vitesse, un système optique identique à celui de l'appareil de prise de vue, mais dont la surface réfléchissante externe sera plus grande afin d'utiliser tous les rayons lumineux. Les axes secondaires convergent en effet vers un même point de l'espace si une image quelconque du film est enregistrée ou projetée pour deux positions identiques des surfaces réfléchissantes externes par rapport aux objectifs.

Tout mouvement échappe ainsi à l'observateur sans que pour cela le relief soit modifié. Projeté dans ces conditions, ce film nous fait connaître la distance et le relief des objets comme nous les ferait connaître l'observation directe ; l'observation pouvant d'ailleurs être monoculaire ou binoculaire.

Avant de tirer des observations et des expériences précédentes notre théorie de la vision, nous allons préciser par quelques définitions et de nouvelles expériences le mécanisme des perceptions visuelles. A l'image rétinienne réduite, déformée et renversée de l'objet, correspond une image cérébrale droite, égale à l'objet et occupant dans l'espace la position même de cet objet.

Plaçons devant l'un des yeux un système de deux prismes mobiles autour d'un axe vertical confondu avec leurs arêtes (fig. 219). Derrière chaque prisme se trouve un verre dépoli portant, l'un un trait horizontal, l'autre un trait vertical. Pour une position convenable des prismes l'observateur perçoit l'image d'une croix. Substituons alors aux deux verres dépolis deux images conjuguées de 1 cm² environ. Nous éprouvons une sensation identique à celle que donnerait au stéréoscope l'observation de ces mêmes images. L'objet photographié était un test d'oursin éclairé par une ampoule interne et placé dans l'obscurité. La forme sphérique du test était nettement perçue. Les deux images formées sur la même rétine ont été reçues dans un même hémisphère par un groupe déterminé de cellules cérébrales. Ces mêmes cellules ont évidemment reçu ces mêmes images lorsque l'observation a été faite à l'aide du stéréoscope. Il en résulte qu'à chaque image rétinienne correspondent deux cérébrales dont chacune est reçue dans un hémisphère différent. L'expérience suivante le prouve. Nous prenons un cliché stéréoscopique de trois singes de taille iné-

gale portés sur des socles et placés sur des plans différents. Le plus petit en avant et les autres situés latéralement. L'observation à l'aide du stéréoscope des images conjuguées non inversées rejette en arrière le petit singe, tandis que le socle qui le porte reste en avant. L'observateur relie entre eux singe et socle et attribue à l'animal des pattes longues et grêles. En fermant et en ouvrant succesivement l'un des yeux — l'autre restant ouvert — l'observateur a l'illusion d'un déplacement de ce petit singe d'arrière en avant, puis d'avant en arrière. La durée de ce mouvement témoigne du travail psychique qui nous permet d'interpréter les deux cérébrales perçues séparément par l'un et l'autre hémisphère. Cette expérience montre que chacune des images conjuguées a été perçue par chaque hémisphère, mais que les deux cérébrales qui lui correspondent sont d inégale valeur. L'une d'elles, que nous appellerons cérébrale principale a été formée dans l'hémisphère placé du même côté que l'œil dont la rétine a reçu l'image conjuguée. L'autre, dite cérébrale secondaire s'est formée dans l'autre hémisphère. Le relief donné par l'observation des images conjuguées à l'aide du stéréoscope sera donc conforme à la réalité quand la cérébrale principale se fera dans l'hémisphère même où elle se formerait dans l'observation directe des objets ou de l'espace représenté. Dans l'autre cas le relief est inversé. Il en résulte donc qu'une cérébrale n'est acceptée qu'après avoir

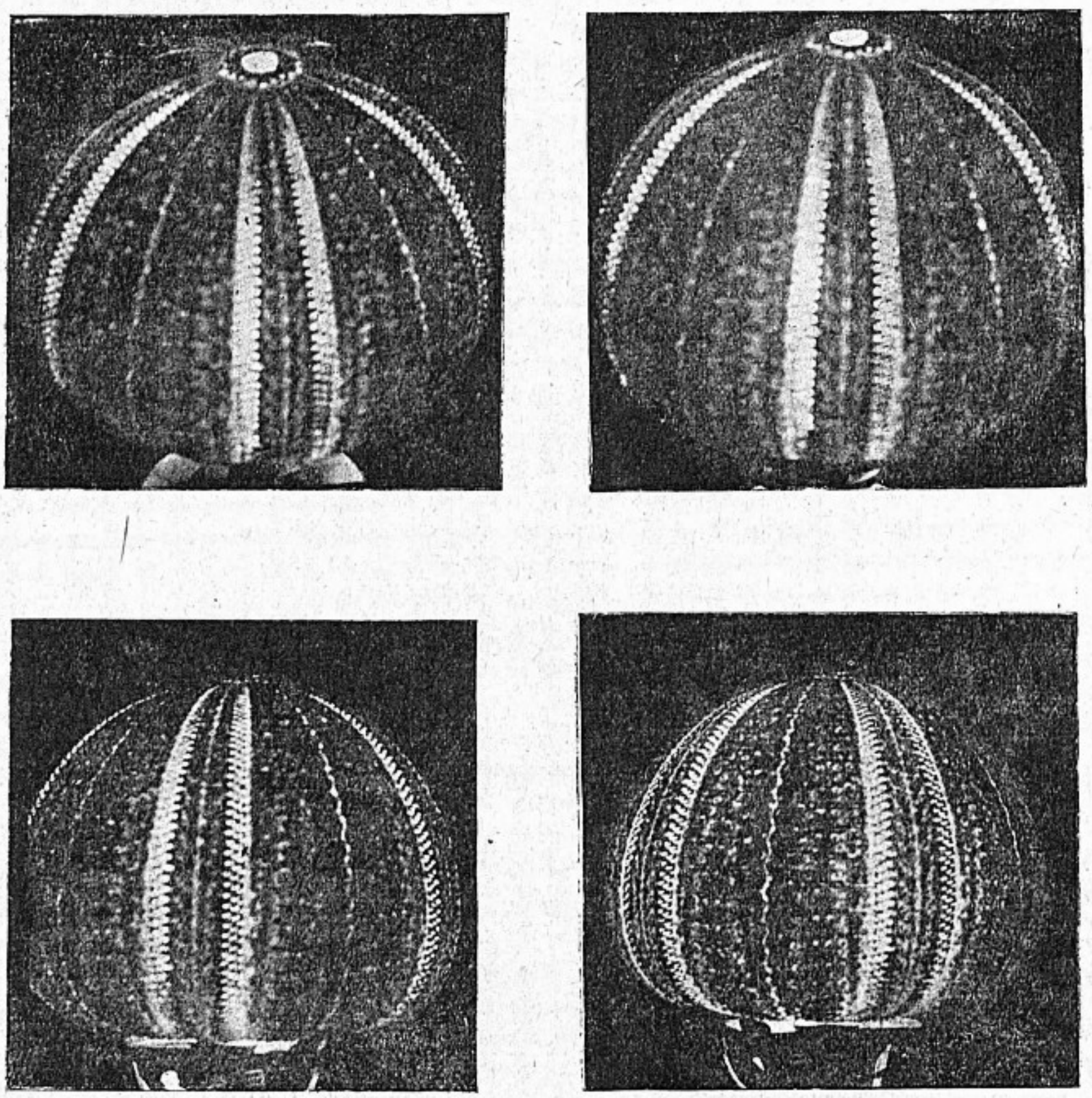


Fig. 220.

été soumise au contrôle des cérébrales acquises antérieurement et confiées à la mémoire. Plaçons-nous maintenant près d'une fenêtre et observons dans une salle des objets quelconques. L'observation est monoculaire et se fait en plaçant tout près de l'œil un diaphragme-iris de grande ouverture. Diminuons ou augmentons légèrement cette ouverture de telle sorte que les variations nous échappent. Les objets paraissent s'éloigner dans le premier cas et se rapprocher dans le second. Nous pouvons admettre que les images rétiniennes deviennent plus petites lorsque l'ouverture du diaphragme diminue, et plus grandes quand elle augmente.

Or, si nous substituons à l'œil un appareil microphotographique à diaphragme excentré (appareil Quidor-Nachet) comme l'iris par rapport au cristallin, l'expérience montre que deux photographies étant prises avec des ouvertures de diaphragme différentes, la plus grande correspondait effectivement à la plus grande ouverture de diaphragme. Une même rétine reçoit donc bien plusieurs images du même objet. La perception du relief serait monoculaire et la vision binoculaire n'aurait d'autre rôle que d'augmenter notre champ visuel et le nombre des cérébrales perçues par chaque hémisphère. La convergence des axes visuels assurerait simplement l'unité de sensation. Cette perception monoculaire du relief s'impose chez les animaux dont les yeux sont placés latéralement. Les perceptions visuelles chez les insectes pourvus d'yeux composés ne seraient d'ailleurs pas sans rapport avec les nôtres.

Plaçons en effet devant chaque œil un système de prismes (fig 219) permettant la fusion monoculaire de deux groupes d'images conjuguées du test d'oursin (fig. 220), éclairé comme précédemment par une ampoule interne et placé dans l'obscurité. Ces images ont été prises de quatre points différents situés sur une même circonférence — à l'extrémité de deux diamètres perpendiculaires entre eux. L'œil gauche, le droit étant fermé, fusionne deux de ces images, et l'œil droit, le gauche étant fermé, fusionne les deux autres.

L'observateur perçoit dans les deux cas une sensation nette du relief de l'oursin, mais en ouvrant simultanément les deux yeux la perception devient plus complète. A ce moment, en effet, chaque hémisphère fusionne les images rétinienne perçues en une image cérébrale unique. Il est permis d'admettre que l'insecte peut aussi fusionner en une seule les cérébrales correspondant à chacune des rétiniennes formées dans l'un des yeux simples correspondant à l'une des facettes de l'œil composé.

L'œil composé de l'insecte et l'œil du vertébré, comme d'ailleurs l'objectif photographique et la loupe, donneront donc plusieurs images des mêmes objets.

Ce serait la fusion des cérébrales correspondant à chacune de ces images qui donnerait la cérébrale unique confiée à la mémoire. Mais les perceptions visuelles n'ont pas seules contribué à la formation de cette cérébrale. Celle-ci résume en fait, toutes les données acquises par les autres sens.

Considérons en effet l'aveugle auquel le chirurgien vient de donner la vue. Il ne reconnaît les objets qu'après avoir associé à leur image les sensations antérieurement perçues. Il apprend à les voir. Leur forme lui est donnée par leur système d'ombres propres et portées, et leur distance par l'effort qu'il doit faire pour les saisir s'ils sont près de lui, par les variations de leur diamètre apparent s'ils sont éloignés. Il en est de même du bébé qui veut s'emparer de tous les objets qu'il voit et qu'il rejette ensuite pour en saisir d'autres. Cette méthode, que l'enfant suit d'instinct, et qu'il suivra encore plus tard quand il échappera à la direction de ses maîtres, doit inspirer toute pédagogie rationnelle — qu'il s'agisse d'enseignement scientifique ou de tout autre enseignement.

En résumé, des observations et des expériences que nous avons faites se dégage une nouvelle théorie des perceptions visuelles. Chaque rétine reçoit plusieurs images différentes des mêmes objets, auxquelles correspondent, dans chaque hémisphère autant d'images cérébrales élémentaires.

Dans l'observation monoculaire ces images sont fusionnées en une cérébrale unique propre à chaque hémisphère. Comme nous l'avons vu, l'une d'elles, dite cérébrale principale, formée dans l'hémisphère placé du côté de la rétine impressionnée, domine l'autre, qui sera dite cérébrale secondaire. Dans la vision binoculaire chaque hémisphère perçoit donc une cérébrale secondaire et une cérébrale principale fusionnées en une cérébrale unique. Cette cérébrale ne devient objective que pour le sujet qui l'a perçue. Elle vaut ce que valent les cérébrales antérieures retenues par la mémoire et qui l'ont contrôlé.

Par leur nombre, par leur précision, par les habitudes qu'elles créent, les cérébrales enregistrent donc l'activité psychique et physique de l'individu, limitent sa puissance, mais en lui laissant les moyens d'augmenter lui-même cette puissance.

A. QUIDOR et Marcel HÉRUBEL.

SUR L'UTILISATION DE L'ÉNERGIE THERMIQUE DES MERS

I. — Une source nouvelle d'énergie.

Les réserves de charbon et de pétrole que renferme le globe s'épuisent rapidement. Dans un avenir peu éloigné, au plus dans quelques générations, l'humanité devra avoir capté d'autres sources d'énergie.

L'utilisation systématique des chutes d'eau, des marées, des vagues, du vent, de la chaleur solaire, répondra à une partie des besoins. Mais, il existe une source naturelle qui semble largement suffisante pour fournir toute l'énergie dont aura besoin l'humanité, sur laquelle un certain nombre de techniciens ont récemment attiré l'attention : la différence de température existant entre les couches superficielles et les couches profondes des mers.

La possibilité d'utiliser cette différence de température semble avoir été indiquée, pour la première fois, en 1913, par l'ingénieur américain Campbell (1). Envisageant le même problème, MM. Marius Dornig et Boggia (2), de Milan, ont spécialement étudié l'utilisation de la différence de température qui, en été, existe dans les lacs italiens, entre les couches d'eau superficielles (24°) et les couches profondes (8°) refroidies par la fonte des neiges des hautes montagnes voisines.

Le problème a été envisagé tout récemment par MM. Claude et Boucherot (3) qui, sans connaître les essais de leurs devanciers, en ont proposé une solution extrêmement ingénieuse et sur certains points entièrement nouvelle.

II. — Principe de la solution imaginée par MM. G. Claude et P. Boucherot.

Sous les tropiques, la température de l'eau des couches superficielles de l'Océan demeure à peu près constante tout le cours de l'année ; elle oscille entre 26° et 30° C. La température des couches profondes refroidies par les courants très denses venus des mers polaires est également remarquablement constante, mais très basse ; à 1.000 mètres de profondeur, elle est de 4° à 5° C.

« Il résulte de là qu'en toutes les mers profondes des tropiques existent, presque au contact, les termes d'une différence de températures *merveilleusement constante* en toutes saisons et par tous temps, et appliquée respectivement à l'eau des profondeurs, indéfiniment refroidie par le rayonnement polaire, et à l'eau de surface, perpétuellement chauffée par le soleil. »

On pouvait craindre qu'un tel écart de température fût trop faible pour être utilisable. En une expérience extrêmement curieuse, répétée devant l'Académie des Sciences, le 15 novembre

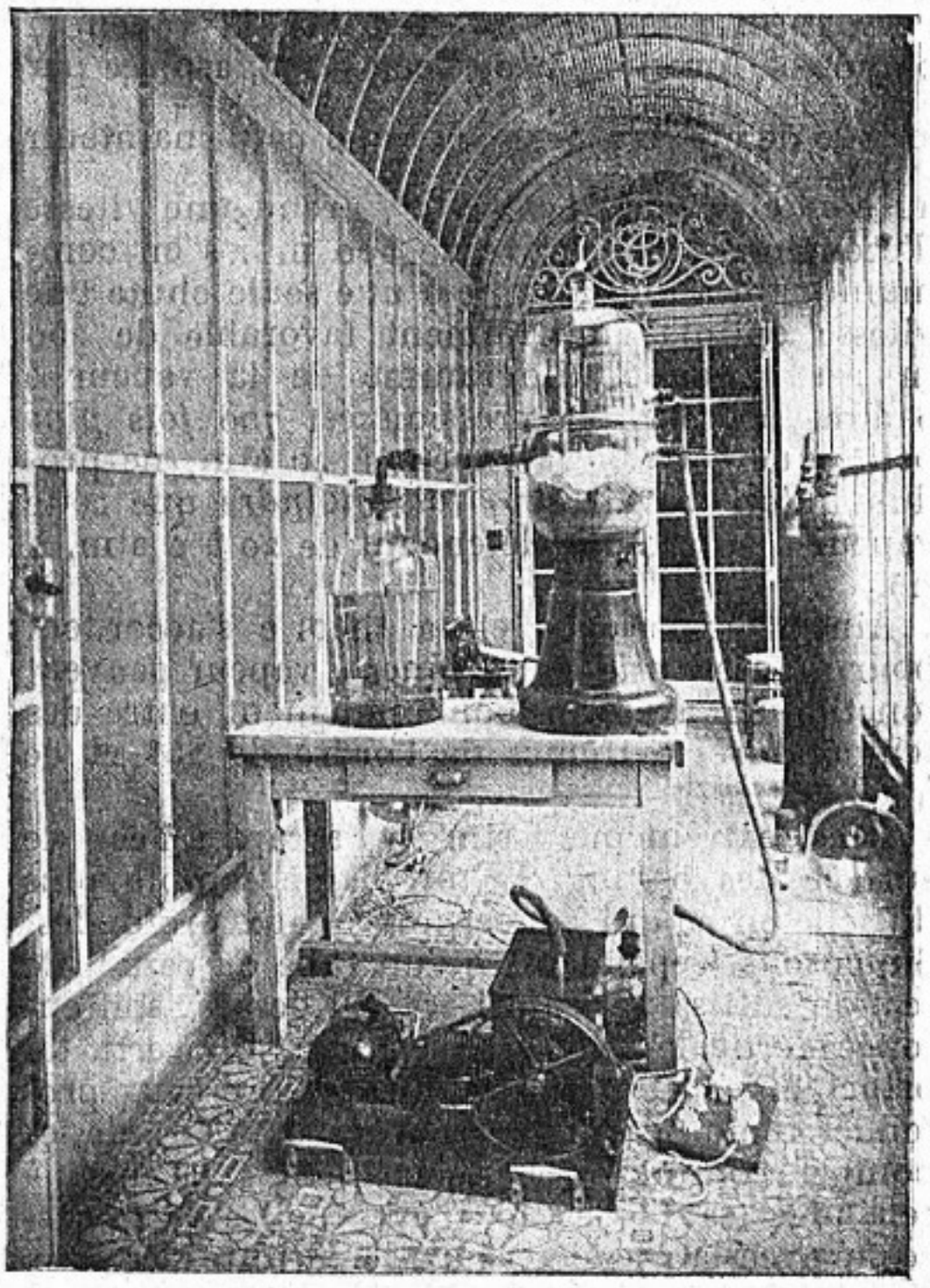


Fig 221.— Expérience de MM Claude et Boucherot réalisée devant l'Académie des Sciences, le 15 novembre 1926.

1926, MM. Claude et Boucherot ont montré qu'on pouvait utiliser directement dans une turbine la vapeur fournie par de l'eau tiède à 25° :

« Un disque de turbine Laval de 15 cm. de diamètre, établi pour fonctionner sous des pressions de 20 atm., donc dans des conditions très éloignées de celles auquelles on va la soumettre, communique à l'amont avec un flacon contenant 20 l. d'eau à 28°, à l'aval avec un espace rempli de morceaux de glace. On enlève l'air de cet ensemble à l'aide d'une pompe, qui est ensuite arrêtée. Dès que la pression tombe au-dessous de la tension de vapeur de l'eau, celle-ci se met à bouillir violemment, et la vapeur va se condenser dans la glace à travers la turbine. Celle-ci se met bientôt en route pour atteindre

(1) Ben J. Campbell. *Engineering News*, 7 août 1913.
(2) M. Dorning et Boggia. *L'Elettrotecnica*, 25 novembre 1922.
(3) G. Claude et P. Boucherot. *C. R.*, t. CLXXXIII, p. 929, 22 novembre 1926.

une vitesse de 5.000 t. : m, tandis que trois petites lampes électriques, prenant 2,5 watts, sont portées au blanc éblouissant par la dynamo qu'elle commande, pour ne s'éteindre que 8 ou 10 minutes après, lorsque l'eau sera refroidie au-dessous de 20° par son intense ébullition. Qu'un tel résultat soit possible est tout à fait remarquable si l'on songe au rendement forcément détestable d'un si petit appareil fonctionnant sous ces minuscules pressions et si loin de sa vitesse de régime. »

La théorie montre en effet que la vapeur à o atm. o3 fournie par de l'eau à 24°, aspirée par le vide de $\frac{1}{100}$ d'atmosphère que peut maintenir au condenseur de l'eau à 7°, prend une vitesse d'écoulement de l'ordre de 500 m : s en communiquant à une turbine à une seule chute une vitesse optima éminemment favorable de 250 m : s. Chaque kilogramme de la vapeur à o atm. o3, dont la pression est 700 *fois plus petite* que celle de la vapeur à 20 atm. ne produit qu'un travail *cinq fois moindre* que cette vapeur à 20 atm. se détendant de 20 à o atm. 2 (1).

Ainsi, l'expérience et la théorie s'accordent pour montrer que les turbines à vapeur peuvent fonctionner avec un bon rendement entre des températures extrêmes de l'ordre de 25° et de 4° C.

Il est extrêmement simple de capter l'eau de surface des océans. Le problème semble plus difficile en ce qui concerne les eaux profondes. Supposons, cependant, qu'un tube ou canal, de section suffisante, calorifugé au besoin, soit enfoncé verticalement dans l'Océan. En vertu du principe des vases communicants, les eaux profondes remonteront sans effort ; il suffira de les pomper comme on pomperait dans la mer, à cela près (sauf variations éventuelles de la viscosité avec la pression) qu'à l'équilibre, les eaux profondes, plus denses, s'arrêteront dans le tuyau à 1 m. sous la surface marine.

Voici comment MM. Claude et Boucherot décrivent le dispositif qu'ils comptent mettre en œuvre pour utiliser la différence de température entre les eaux de surface et les eaux profondes :

« Au lieu du moyen habituel d'une chaudière chauffée *extérieurement* par la source, c'est l'eau de surface elle-même qui, aspirée continuellement dans le *bouilleur*, y produira la vapeur. Elle y séjournera juste le temps de se refroidir un peu par son ébullition sous la pression réduite entretenue à travers les turbines par l'effet de l'eau froide au condenseur, puis, à peine refroidie, sera expulsée au dehors et remplacée par de l'eau neuve, tandis que les torrents de vapeur à o atm. o3 ainsi continuellement produite se précipiteront vers l'eau de condensation à travers des turbines d'une construction adéquate à ce souffle presque immatériel. »

(1) Le travail fourni par la détente isothermique d'une certaine masse de vapeur varie, en effet, comme le logarithme du rapport des pressions.

III.— Travail qu'on peut espérer retirer d'un mètre cube d'eau de surface.

1° Supposons, pour fixer les idées, que l'eau de surface soit à 27°, et que, par ébullition, elle se refroidisse de 5°. C'est donc 5.000 grandes calories qu'on extraira de chaque mètre cube de surface. L'eau du condenseur arrivera, du fond de la mer, sous une température voisine de 5° et s'échauffera par la condensation de la vapeur provenant des eaux de surface. Supposons qu'on l'utilise jusqu'à ce que la température ait atteint 8°.

On aura ainsi une machine thermique fonctionnant entre une source chaude à 22° et une source froide à 8°. Le principe de Carnot indique comme limite supérieure du travail :

$$426 \times 5.000 \times \frac{22-8}{273+22} = 100.000 \text{ kilogrammètres}$$

environ.

Si le rendement de la turbine est 0,75 par rapport à celui d'une machine fonctionnant suivant un cycle de Carnot entre les mêmes températures extrêmes, le travail produit par la turbine sera 75.000 kilogrammètres.

2° Calculons la quantité d'eau froide nécessaire pour chaque mètre cube d'eau de surface.

Une machine de Carnot fonctionnant entre 8° et 22° C. et empruntant 5.000 calories à la source chaude céderait à la source froide une quantité de chaleur égale à :

$$5.000 \times \frac{8+273}{22+273} = 4.760 \text{ calories environ.}$$

Cette quantité de chaleur échaufferait de 5° à 8° C. une masse d'eau égale à :

$$\frac{4760}{3} = 1.600 \text{ kilogrammes environ}$$

Quel sera le travail nécessaire pour puiser dans la mer les 1.600 litres d'eau froide qu'il faut associer à chaque mètre cube d'eau de surface utilisée ? L'eau à 4° a une densité égale à 1. La température étant 27° à la surface et 4° à 1.000 mètres, on peut admettre approximativement que la densité moyenne de l'eau sur une profondeur de 1.000 mètres correspond à la température moyenne de 15°, soit 0,999126.

Dans le tuyau calorifugé destiné au captage des eaux profondes, l'eau à 4° arrivera d'elle-même à une hauteur h, telle qu'on ait :

$$h \times 1 = 0,999126 \times 1.000$$
$$h = 999,126 \text{ mètres.}$$

L'eau froide sera, dans le tuyau, à un mètre environ au-dessous du niveau de la mer. Le travail de la pompe qui puisera les 1.600 litres

d'eau froide nécessaire sera donc 1.600 kilogrammètres environ, ce qui n'affectera pas sensiblement le travail recueilli sur la turbine (1).

3° Nous avons supposé à 8° l'eau froide sortant du condenseur. Dans les pays tropicaux, cette eau pourra être utilisée à distribuer le froid. En s'échauffant, par exemple, de 8° à 23° C., elle abandonnera 15 frigories. Ces 1.600 litres d'eau fourniront ainsi : $15 \times 1.600 = 24.000$ frigories, équivalentes à celles qu'on obtiendrait par l'emploi de 235 kilogrammes environ de glace (2).

Calculons le travail qu'absorberait dans les conditions ordinaires une machine frigorifique produisant le même refroidissement.

Une machine frigorifique fonctionnant entre 8° et 23° C., suivant un cycle de Carnot, absorberait un travail de (3) :

$$426 \times 24.000 \times \frac{15}{273+8} = 546.000 \text{ kilogrammètres}$$

environ.

Une machine frigorifique réelle dont le rendement serait 0,75, par rapport à celui de la machine théorique précédente, absorberait un travail de :

$$546.000 \times \frac{4}{3} = 728.000 \text{ kilogrammètres.}$$

4° En résumé, le travail qu'il faudrait produire pour retrouver l'équivalent de ce que fournirait l'utilisation d'un mètre cube d'eau de surface serait :

$728.000 + 75.000 = 803.000$ kilogrammètres.

ou environ 3 cheval-vapeur-heure. Cette énergie est celle que communiquerait à l'eau une chute de 800 mètres. Une bonne machine thermique consommant 0,6 kilogramme de charbon par cheval-heure, l'utilisation de chaque mètre cube d'eau de surface fournirait un travail équivalent à celui que l'on peut retirer dans une bonne usine thermique de la combustion de :

$0,6 \times 3 = 1,8$ kilogramme de charbon environ.

Si l'on néglige l'énergie nécessaire à la production du froid, que fournira l'eau du condenseur, le travail qu'on pourra retirer réellement de chaque mètre cube d'eau de surface sera, d'après le calcul précédent, 75.000 kilogrammètres. Il s'agit, bien entendu, de chiffres approximatifs et l'on peut admettre, sans se tromper beaucoup, une valeur de l'ordre de 100.000 kilogrammètres. Pour produire le même travail, la même quantité d'eau devrait tomber d'une hauteur de 100 mètres.

V. — Projets de réalisation.

1° Pour réaliser des essais industriels, on peut songer à utiliser l'eau tiède à 28° qui s'écoule des condenseurs des centrales électriques à vapeur. Il suffira de réchauffer dans une chaudière les torrents d'eau qui sortent, par exemple, des condenseurs de Gennevilliers, (9 mètres cubes par seconde) pour disposer d'une quantité considérable d'eau sous une température comparable à celle des mers tropicales ; l'hiver, la Seine fournira l'eau à 4°. C'est sur un tel dispositif que probablement MM. Claude et Boucherot essaieront leur premier turbo-alternateur de grandeur industrielle.

2° Ensuite, une usine de démonstration de 12.000 à 15.000 kilowatts pourra être construite dans une région tropicale. Il faudra choisir un port dans lequel les eaux profondes ne soient qu'à quelques kilomètres (5 au maximum) du rivage et établir un tube qui, suivant la déclivité du terrain, s'enfoncera rapidement dans la mer.

Le tuyau d'eau froide arrivera aux chambres de condensation dans lesquelles l'eau sera aspirée en jets pulvérisés. Les chambres de vaporisation seront alimentées d'une manière identique par l'eau de surface. Les dimensions des deux sortes de chambres seront calculées de telle sorte qu'une seule chambre de vaporisation et une seule chambre de condensation soient suffisantes pour actionner un élément de turbine disposé entre elles deux. La vapeur passera sans aucune tuyauterie de l'évaporateur au condenseur à travers la turbine. L'axe porteur des roues motrices tournera au milieu des chambres et entraînera à son extrémité le générateur électrique.

D'après les auteurs, à l'heure actuelle, l'installation d'une telle usine sera relativement coûteuse.

3° L'usine la plus économique paraît être celle qu'on installerait sur une sorte de grand ponton dont les dimensions (600 mètres de diamètre pour un million de kilowatts), lui permettraient de résister aux tempêtes.

---

(1) En réalité, il faudrait tenir compte de la perte de charge par frottement qui, suivant les cas, peut varier de 0,25 m. à 2 m. Mais, d'un autre côté, il y a en général dans l'Océan, d'après J. Thoulet, un excès de salure des couches superficielles qui tend à atténuer cette différence.

(2) La fusion de 235 kilogrammes de glace et l'échauffement de l'eau de 0 à 23° C. fournit en effet :

$$235\ (80 + 23) = 24.000 \text{ frigories environ.}$$

(3) Soient, à la manière habituelle, Q_0 la quantité de chaleur empruntée à la source froide de température absolue T_0 et Q_1 la quantité de chaleur cédée à la source chaude de température absolue T_1. Avec une machine frigorifique fonctionnant suivant un cycle de Carnot, on a :

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_0}{T_0} = \frac{Q_1 - Q_0}{T_1 - T_0},$$

En désignant par W le travail équivalant à la chaleur $(Q_1 - Q_0)$ qui passe de la source froide sur la source chaude, les équations précédentes donnent :

$$\frac{Q_0}{T_0} = \frac{W}{J(T_1 - T_0)}$$

$$W = J\,Q_0 \frac{T_1 - T_0}{T_0}$$

Les chambres de condensation et d'évaporation, les turbines motrices et l'alternateur seraient à 10 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Le tuyau d'alimentation en eau froide profonde, disposé verticalement, serait allégé soit par un revêtement de matériaux légers et calorifuges, soit par des flotteurs installés sur son parcours. Le diamètre de ce tuyau dont le poids serait pour ainsi dire annulé pourrait atteindre 20 mètres. Il serait ancré au fond de l'Océan, comme le ponton lui-même. Le courant d'eau froide aboutissant au centre de l'usine se ramifierait vers chaque groupe électrogène.

L'eau chaude de surface serait aspirée par autant de puits qu'il serait nécessaire, pratiqués sous la coque du ponton.

Des tuyaux secondaires, plongeant à 100 mètres environ, renverraient dans les couches profondes où elle s'écoulerait par sa propre pesanteur, l'eau des condenseurs très légèrement réchauffée, de même que la plus grande partie de l'eau des évaporateurs très légèrement refroidie.

VI. — En quoi les projets de MM. Claude et Boucherot diffèrent des projets de leurs devanciers.

1° Dans les projets imaginés soit par Campbell, soit par Bornig et Boggia, la chaleur et le froid étaient transmis au fluide moteur (eau, ammoniaque ou anhydrique carbonique), à travers des parois métalliques.

Pour aussi conductrices qu'on suppose ces parois, elles réduisent la différence de température utilisable. Cette différence de température étant déjà très faible, MM. Claude et Boucherot ont renoncé à l'emploi de condenseurs, qui conduiraient, écrit M. Boucherot « pour les usines flottantes et les puissances moyennes à envisager, disons 100.000 kilowatts et plus, *à doubler le prix d'installation*, lequel est d'environ 1.500 francs-papier par kilowatt, à l'heure actuelle, avec notre procédé, consistant à faire *du mélange*, à la vaporisation comme à la condensation. Ainsi, MM. Bornig et Boggia, dans leur étude, indiquent une dépense totale de 230 millions de lires pour une usine d'une puissance utile de 100.000 kilowatts ; dans cette somme, il y a 113 millions de lires pour les surfaces de chauffe et de condensation seules ; comme à cette époque, la livre sterling valait 100 lires, cela correspond à 145 millions de nos francs-papier d'aujourd'hui. C'est ce que nous avions trouvé aussi de notre côté : on voit combien la dépense se trouve majorée par l'emploi de ces surfaces de chauffe et de condensation. Nous avons bien, nous, d'autres dépenses qu'ils n'auront pas, mais elles restent très inférieures a celles-là (1). »

2° MM. Claude et Boucherot ont eu en outre l'idée très originale d'utiliser l'eau froide sortant du condenseur à l'amélioration des conditions d'habitabilité des pays chauds.

« Cette possibilité, écrivent MM. Claude et Boucherot, d'obtenir dans les régions équatoriales le froid en quantités aussi immenses et à un prix *vingt fois moindre* que par les procédés frigorifiques, apparaîtra sans doute comme un des éléments les plus importants d'une pareille solution. »

M. Boucherot a insisté sur l'intérêt que présente cette utilisation de l'eau du condenseur à la production du froid :

« La distribution d'énergie et celle du froid viennent s'étayer commercialement. Je considère même, personnellement, cette question du froid comme beaucoup plus importante que celle de l'énergie, au point de vue social. L'énergie, sans le froid, c'est déjà quelque chose ! Le froid, même sans énergie, serait d'une plus grande importance dans les pays où il n'y a que peu d'hommes, à cause de la chaleur, et où l'apport du froid en quantités considérables peut changer complètement les conditions d'existence et de développement de l'humanité.

« Il suffit de remarquer que l'eau froide résiduelle d'une usine de production d'énergie électrique alimentant une ville industrielle est dix fois celle nécessaire au rafraîchissement des habitations seules de cette ville et qu'on peut alors rafraîchir aussi les usines, les lieux publics, les rues, etc. (2) ».

VII. — Quelques idées analogues.

1° MM. Claude et Boucherot ont également envisagé la possibilité d'usines géothermiques dans lesquelles la source chaude serait de l'eau ayant circulé dans les profondeurs de la terre et la source froide l'eau du fond de l'Océan.

Dans des puits de quelque deux milles mètres de profondeur, de l'eau à 10° ou 15° C., envoyée par un siphon au fond des puits, remonterait à une température de 40° à 50° C. ou davantage. L'Océan fournirait l'eau froide et la source chaude serait constituée par les réserves de calories des profondeurs de la terre.

2° Plus simplement encore, on pourrait songer à utiliser l'eau chaude des sources thermales ou l'eau chaude qui jaillit en mer à certains endroits. Comme l'a fait remarquer M. P. Villard, « les sources thermales constituent des sources thermiques capables d'un rendement

(1) P. Boucherot. *Revue générale de l'Electricité*, t. XXI, p. 162, 29 janvier 1927.

(2) P. Boucherot *Revue générale de l'Electricité*, t. XXI, p. 162, 29 janvier 1927.

thermodynamique qui, en raison de leur température (63° C. à Amélie-les-Bains, 60° C. à Dax) serait le double environ de celui qu'on peut obtenir avec l'eau chaude des mers tropicales ; la pression de la vapeur produite serait huit à dix fois plus grande que dans ce dernier cas, d'où des conditions plus favorables en ce qui concerne le vide à réaliser dans les condenseurs et des dimensions moindres pour les machines ; en général, il serait aisé de trouver dans le voisinage l'eau froide indispensable ; dans les pays montagneux, où sont le plus souvent situées les sources thermales, la température du condenseur pourrait être, en hiver, abaissée jusqu'au voisinage de 0° C., celle de la source chaude restant, au contraire, invariable, ce qui donnerait lieu à un accroissement sensible du rendement et de la puissance, précisément dans la saison où la consommation augmente (1) ». Sans doute, de telles installations pourront rendre des services dans quelques cas particuliers, mais les sources thermales ont en général un débit trop faible pour que leur utilisation puisse avoir une importance industrielle vraiment intéressante.

La suggestion de M. Villard n'est pas nouvelle : elle a été faite, en France, dès 1917, par M. R.-M. Gabrié (2), puis, en 1921, par M. P. Caufourier (3) qui calcula la puissance que l'on pourrait retirer de diverses sources thermales françaises ainsi que de la source algérienne de Hammam-Meskoutine. On sait que les sources naturelles de vapeur de Larderello, en Italie, sont utilisées industriellement pour la production de l'énergie électrique (4).

3° A la suite de la communication de MM. Claude et Boucherot, M. Jean Rey a rappelé qu'une installation industrielle basée sur un principe analogue a été réalisée, en France, en 1904 :

« Le 9 mars 1904, le directeur des usines de Dombasle-sur-Meurthe demandait à la maison Sautter-Harlé s'il ne serait pas possible d'utiliser l'énergie calorifique d'un liquide salin chaud, sortant d'appareils installés dans cette usine, à une température d'environ 116° C., pour produire de la vapeur à utiliser dans une turbine. La température d'ébullition de ce liquide, qui renfermerait une proportion importante de sels, était de 102° C. sous la pression de 740 mm. de mercure. La maison Sautter-Harlé dressa un projet d'installation qui permettait d'obtenir, avec le volume de liquide disponible, une puissance de 300 à 400 kw. suivant le degré de vide du condenseur. L'appareil fut construit dans le cours de l'année 1904, et essayé dès le début de 1905.

« Le liquide chaud, d'un débit de 220 m³ à l'heure, se rendait, par gravité, dans un bouilliseur où il se mettait en ébullition sous la pression absolue de 0,65 kg : cm². On produisait ainsi 9.800 kg de vapeur à l'heure, l'évacuation du liquide s'effectuant sans dépense d'énergie à l'aide d'un tube barométrique. La vapeur détendue dans le turbo-alternateur produisait en moyenne une puissance de 360 kw., et elle aboutissait à un condenseur à mélange, à la pression moyenne de 0,08 kg : cm².

« Cette installation a fonctionné pendant une année ; mais on s'est heurté à une difficulté qu'il était impossible de résoudre à cette époque, la vapeur provenant d'un liquide chargé de sels détruisant rapidement les aubages de la turbine et les disques eux-mêmes, ce qui aurait obligé à des remplacements fréquents et beaucoup trop onéreux. Les progrès de la métallurgie, par la création de métaux inoxydables, permettraient de tenter maintenant la même application avec des chances plus sérieuses de succès (1). »

Sans doute, cette suggestion revient comme celle de MM. Claude et Boucherot, à l'utilisation de vapeur d'eau produite à une température peu élevée. Mais le véritable intérêt original des conceptions de MM. Claude et Boucherot réside dans la possibilité d'obtenir de grandes puissances et de mettre du froid à la disposition des régions tropicales.

VIII. — Conclusion.

Quel avenir sera réservé aux conceptions si séduisantes de MM. Claude et Boucherot ? Sans méconnaître les difficultés de leur entreprise, MM. Claude et Boucherot, qui ont derrière eux un passé glorieux de réalisations audacieuses, sont optimistes. Après avoir insisté sur les avantages de leur procédé, ils concluent :

« On estimera peut-être ces espérances trop belles, ces conceptions trop hardie pour se réaliser jamais. Certes, nous ne nous en dissimulons ni les difficultés, ni les risques ; mais, outre que nous les croyons beaucoup moins audacieuses que celles qui osèrent jeter entre les continents les premiers câbles sous-marins, on nous permettra de puiser dans notre carrière déjà longue une conviction contraire.

« Quand un procédé se révèle capable de tirer de la mer — fût-ce à l'égal de dix Niagaras —

(1) P. Villard. *C. R.*, t. CLXXXIII, p. 1001, 29 novembre 1926.

(2) R.-M. Gabrié. *C. R.* t. CLXVI, pp. 729-731, 7 mai 1917.

(3) P. Caufourier. *Le Génie Civil*, t. LXXVIII, p. 37-38, 8 janvier 1921.

(4) Ginori Conti. *L'Elettrotecnica*, t. IV, pp. 466-470 et 487-490, 15 et 25 septembre 1917. *Revue Générale de l'Electricité*, t. III, p. 6 D. 5 janvier 1918.

(1) J. Rey. *Revue Générale de l'Electricité*, t. XX, p. 914; 18 décembre 1926.

l'énergie qu'elle donnerait en tombant de 100 mètres, quand ce procédé apparaît susceptible d'un faible coût d'installation, d'une régularité incomparable, d'un prix de l'énergie plus bas, tout en donnant le froid en quantités capables de changer l'habitabilité de superbes régions, on peut être tranquille : on fera des objections, certes ; à quoi n'en fait-on pas ! On opposera les risques de la tempête, la surprise des courants, l'inconnu des abîmes : devant des possibilités pareilles — à moins d'une révolution comme celle qu'apporterait la transformation directe des radiations solaires ou la libération de l'énergie intra-atomique — rien n'empêchera l'homme de prendre une fois de plus possession de la mer pour cette nouvelle conquête — et d'en avoir raison. »

A. BOUTARIC,
Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

LES MERS PÉTROLIFÈRES : MER SARMATIQUE, MER PERSIQUE

Sans entrer dans la longue controverse au sujet de l'origine du pétrole, je rappellerai que l'origine la plus généralement admise est l'origine organique ; d'après la théorie d'Engler, le pétrole serait le produit de la décomposition d'animaux et de plantes qui vivaient dans les mers tertiaires, que pour cette raison je qualifie de mers pétrolifères, ce qui ne signifie pas que toutes les mers tertiaires soient des mers pétrolifères ; en géologie, tout autant qu'en grammaire, il n'y a pas de règle générale sans exception. Pour le pétrole comme pour la houille, on semble admettre que cette transformation a été accélérée par l'action de certaines bactéries.

A la théorie de l'origine organique s'oppose la théorie de l'origine volcanique, soutenue notamment par l'un de nos grands chimistes, M. Sabatier : le pétrole proviendrait de manifestations volcaniques exerçant leur action dans les fissures du globe ; certains expliquent cette action par la décomposition de l'eau de mer, dans les fissures où elle aurait pénétré, décomposition au contact de métaux alcalins et de carbures métalliques.

Qui sait si la vérité ne se trouverait pas dans la combinaison des deux théories : la majorité des pétroles provenant uniquement de l'action organique et quelques-uns d'entre eux de l'action volcanique, ce qui expliquerait les incontestables différenciations ? C'est à cette sage opinion que s'était rallié le professeur Haug, et, à ce propos, je rappellerai que l'un de nos maîtres de la Faculté des Sciences de Marseille, M. Maron, qui a laissé une trace profonde dans la biologie océanique, nous disait souvent : « évitez avec soin en biologie les formules rigides et mathématiques, ce qui caractérise la vie c'est l'extrême plasticité ».

Quoiqu'il en soit, on ne peut nier qu'il y ait un lien étroit, dans la plupart des cas, entre la géographie des anciennes mers tertiaires et la répartition des nappes de pétrole. Tel sera notre point de départ dans l'examen que nous allons entreprendre. En établissant la géographie d'une mer tertiaire, la mer sarmatique, sur laquelle nous avons des données assez précises, nous en déduirons par des méthodes similaires le tracé d'une autre mer tertiaire, la mer Persique, sur laquelle nous sommes moins bien documentés, mais qui nous intéresse pratiquement.

***

Quelle est la répartition des nappes de pétrole dans l'Europe orientale ? Nous remarquons tout d'abord que dans le territoire polonais et le territoire roumain les nappes de pétrole sont alignées sur le bord externe de l'arc karpathique ; il y a un rapport évident entre le groupe galicien ou polonais et le groupe roumain ; le second est la continuation de l'autre. La Galicie, partie la plus importante de l'ancienne Pologne autrichienne, fournit actuellement près de 750.000 tonnes de pétrole par an ; la majeure partie de ce pétrole, 650.000 tonnes, provient du district de Drohobycz et le centre de la production dans ce district est la ville de Boryslav.

Les nappes de pétrole galiciennes sont toutes situées au pied des Karpathes, aux points où les vallées des tributaires de la Vistule et du Dniestr, débouchent dans la plaine, entre Cracovie, au nord-ouest, et la frontière roumaine, au sud-est. Elles dessinent un arc de cercle tangent à l'arc karpatique ; le district de Drohobycz et la ville de Boryslav occupent à peu près le centre de cet arc de cercle.

Les terrains rencontrés dans les parages sont d'abord des terrains crétacés à la base, puis des terrains tertiaires, surtout éocènes et oligocènes qui se rattachent à l'ensemble nummulitique, pour se terminer dans le miocène (ensemble néogène) ; telle est tout au moins la coupe de Boryslav, bassin qui donne à lui seul 450.000 tonnes de pétrole. L'arrondissement pétrolifère le plus septentrional, donc le plus rapproché de Cracovie, est celui de Jaslo, où la production la plus sérieuse est de 6.000 tonnes, et l'arrondissement pétrolifère le plus méridional, c'est-à-

dire le plus rapproché de la Roumanie, celui de Stanislawow, où dans la région de Bitkow, les explorations deviennent réellement intéressantes, Jaslo fournit 56.000 tonnes, et Stanislawow 32.000.

Les pétroles de Galicie vont surtout en Allemagne, à cause des facilités de communication : 3.000 wagons en France, pour 52.000 en Allemagne. Cependant de très importants capitaux français, pour plus de huit cents millions de francs, sont intéressés dans l'exploitation des pétroles galiciens. On dit souvent, et bien à tort, que l'alliance entre la France et la Pologne est uniquement d'ordre historique et sentimental ; on voit combien il n'en est rien et à quel degré elle repose sur une base économique (1).

Sur le même versant des Karpathes que les pétroles galiciens, mais au sud et au sud-est de l'arc karpathique, se trouvent les pétroles roumains, dans les districts de Prahova, Dambovitza, Buzeu et Bacan ; c'est surtout le district de Prahova, au nord de Bucarest, qui est pétrolifère ; Ploesti, dans ce district, est la ville des raffineries.

La production totale est actuellement de 1.200.000 tonnes pour l'ensemble des exploitations roumaines ; la guerre a beaucoup entravé et retardé l'exploitation. Les capitaux français sont intéressés dans trois grandes sociétés, Aquila Romana, Columbia, Vega. Les transports sont beaucoup plus faciles, en ce qui concerne la France, que pour les pétroles polonais : ils se font par mer, soit par le port de Constantza sur la Mer Noire, soit par les ports danubiens.

On remarquera qu'il y a une solution de continuité entre les pétroles galiciens et les pétroles roumains : elle correspond à la Bukowine et à la Moldavie ; mais rien ne prouve qu'il n'y a pas de pétroles en Bukowine, insuffisamment prospectée.

Comme on le voit, toutes les nappes de pétrole sont situées sur le versant oriental, c'est-à-dire externe de l'arc karpatique ; la règle est constante. N'y aurait-il pas des espoirs de pétroles sur le versant interne, c'est-à-dire occidental, par conséquent en Transylvanie, province roumaine, et en Tchécoslovaquie ? On a constaté évidemment en Transylvanie de nombreux gisements de gaz naturels, les puits de feu, dégagements de méthane ; évidemment ces gaz se trouvent en dissolution dans le pétrole brut, mais leur présence en Transylvanie n'implique pas nécessairement que les nappes soient en Transylvanie ; elles peuvent tout aussi bien se trouver sur le versant externe de l'arc karpatique, en Galicie et en Bukowine, et avoir leurs dégagements gazeux sur l'autre versant. De même pour les traces de pétrole constatées en Slovaquie, autour de Nytra ; il est probable qu'il s'agit simplement de suintements des nappes galiciennes, et qu'il ne faut pas fonder de grands espoirs sur les pétroles slovaques.

(1) Nous avons emprunté ces données très précises à l'excellent travail de M. Legendre, sur les pétroles polonais et les champs pétrolifères galiciens, Dunod, éditeur, 1924.

⁂

Traversons les vastes espaces de la plate-forme russe et transportons-nous tout à l'opposé de l'arc karpathique; nous trouvons là de nouveaux alignements de nappes de pétrole, d'abord sur le versant septentrional du Caucase, ensuite sur le versant occidental de l'Oural. L'apport total des pétroles de Russie a été en 1918 de 4 millions de tonnes ; il était en 1914 de près de 9 millions de tonnes (la production des Etats-Unis a représenté en 1918 51 millions de tonnes) ; on voit combien, dans le seul domaine pétrolifère, la révolution russe a fait perdre à la Russie.

Les pétroles du versant septentrional du Caucase commencent à Bakou et dans la presqu'île d'Apchéron, sur la Mer Caspienne (Bakou avait donné en 1913, 7.600.000 tonnes) ; ils se continuent par les exploitations de Grosnyi, dans le secteur nord-est du Caucase (1 million de tonnes) et par celles de Maïkop, sur lesquelles on fonde de grands espoirs et qui sont situées dans le secteur nord-ouest.

Remarquons que l'on retrouve les nappes de pétrole de Bakou sur l'autre rive de la Mer Caspienne, presque en face de la presqu'île d'Apcheron, à l'île de Tcheleken et autour de la baie de Krasnovodsk ; il y a même des jaillissements sous-marins entre les deux rives, et des dégagements de gaz naturel inflammable, ce qui a donné naissance au culte iranien du feu. On signale d'autres nappes de pétrole entre Krasnovodsk et Kizil Arvat, au pied des Balkans d'Asie. La raison de ce dispositif est que l'ancien rivage de ce que nous appelons la mer Caspienne n'était pas le rivage persan actuel, mais un rivage parallèle compris entre Bakou et Krasnovodsk.

Il n'existe aucun gisement de pétrole exploité au sud du Caucase ; on espère cependant en trouver en Kakhétie et en Géorgie, mais il ne pourrait s'agir que d'infiltrations à une distance fort grande de la nappe d'origine.

Au contraire, en se portant tout au nord de la Mer Caspienne, non loin de l'embouchure de la Volga, et à l'extrémité méridionale de la chaîne de l'Oural, on a rencontré le pétrole en abondance : c'est ce qu'on appelle le bassin pétrolifère de l'Emba, parce que les nappes prospectées s'étendent entre le fleuve Oural et le fleuve Emba ; trois d'entre elles sont déjà exploitées et donnent 300.000 tonnes, mais on

compte sur une production totale de 4 millions de tonnes.

***

Essayons de déterminer les rapports de ces diverses nappes de pétrole avec la palaéogéographie de l'Europe orientale.

Les aires continentales anciennes paraissent avoir été au nombre de cinq : le *continent nord-atlantique*, qui réunissait la majeure partie de l'Amérique du Nord, le Groenland, le Spitzberg, la terre François-Joseph, l'Europe septentrionale, la plate-forme russe, et que baignait au nord l'Océan arctique ; le *continent sino-sibérien*, constitué essentiellement par la Chine et la Sibérie et que le bras de mer ouralien a jusqu'au nord de l'Inde ; elle englobe le secteur méridional de la mer Caspienne, tandisque le large détroit de Mozambique, récemment ouvert, partage l'ancien continent de Gondawa en continent australo-indo-malgache et continent africano-brésilien ; il fut d'abord un golfe profond, puis pendant le lias, devint un détroit.

Avec la période crétacée, le bras de mer ouralien subsiste encore, puis il disparaît pendant le milieu de la période, pour ne reparaître à la fin de la période que sur le versant oriental de l'Oural. Nous arrivons ainsi à la période tertiaire : au nummulitique, le bras de mer ouralien s'est élargi, mais alors à cette ancienne voie d'eau s'est ajoutée une mer qui s'étend du sud de l'Angleterre jusqu'aux provinces transcaspiennes : c'est la mer sarmatique, qui recou-

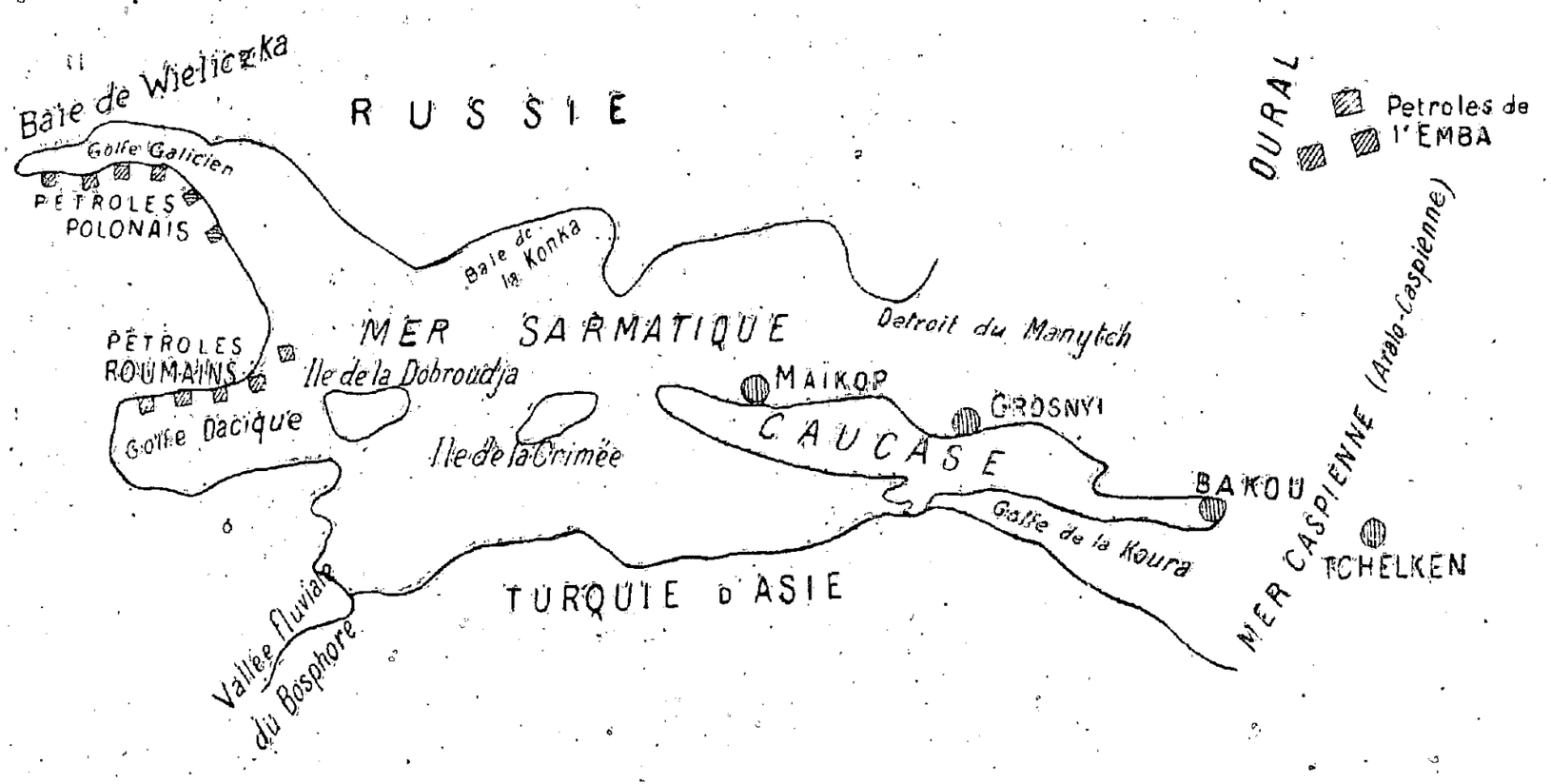


Fig. 222.

lé plus souvent séparé du continent nord-atlantique ; le *continent sud-atlantique* ou africano-brésilien, formé par la jonction de l'Afrique et de l'Amérique du Sud ; le *continent australo-indo-malgache*, auquel a succédé la mer des Indes ; enfin, le *continent pacifique*.

Pendant la période carbonifère, ce long couloir maritime de l'Oural existait déjà ; il débouchait au nord de la mer Caspienne actuelle, unissant la mer boréale à la mer intérieure qui séparait le continent nord-atlantique du continent de Gondawa, formé par la jonction du continent australo-indo-malgache et du continent africano brésilien. Ce couloir de l'Oural se ferme au permien, pour se rouvrir pendant la période jurassique, à l'époque de l'étage portlandien ; il fait alors communiquer l'océan arctique avec la Méditerranée centrale de Neumays, au Tethys, qui va de la mer des Antilles à la mer des Moluques, isolant les uns des autres tous les continents ; ainsi la Tethys recouvre alors la majeure partie de la Perse et s'étend vre de ses eaux peu profondes une partie de la Russie, englobant la mer du Nord, la Baltique, la mer Noire et la mer Caspienne. Avec la période néogène, tertiaire supérieur, le bras de mer ouralien disparaît définitivement et l'Europe est désormais soudée à l'Asie ; elle l'est même doublement, puisqu'il y a jonction entre la péninsule des Balkans et l'Asie Mineure ; la mer Egée n'existe pas. Les étages pontien et vindobonien, le sous-étage sarmatien correspondent à la mer sarmatique.

A l'époque du vindobonien, apogée de la mer sarmatique, cette mer recouvre la Pologne méridionale, la Volhynie, la Podolie, la Nouvelle Russie, la Crimée et le territoire du Kouban. Elle est limitée au sud par la chaîne du Caucase, dont le versant septentrional est son rivage méridional ; le versant oriental des Karpathes forme le rivage occidental ; les massifs du Dniepr et du Donetz, soudés à la plate-forme russe, le rivage septentrional. Au nord-ouest, le golfe galicien, particulièrement favorable à la

formation du pétrole, va de la Bessarabie jusqu'à Cracovie ; il se termine par la baie de Wieliczka, célèbre par ses mines de sel, voisines des pétroles polonais, tandis qu'au golfe dacique, prolongement occidental de la mer sarmatique, se rattache la formation des pétroles roumains.

Le Caucase se prolongeait alors à l'ouest jusqu'à la Crimée par la presqu'île de Kertch, et le nord de la Crimée était recouvert par la mer sarmatique, englobant la mer d'Azof ; là se trouvait l'amorce du détroit de Manytch, détroit unissant la mer aralo-caspienne ou mer sarmatique orientale à la mer sarmatique proprement dite. Il y eut d'abord deux détroits, ce détroit de Manytch, au nord du Caucase, et un détroit au sud du Caucase, qui partait de l'embouchure de la Koura dans la mer Caspienne ; puis, au méotien, le détroit méridional disparut et ne fut plus représenté que par un golfe assez profond, mais sans issue occidentale, le golfe de la Koura, dont de nombreux terrains sarmatiens, avec des fuluns coquilliers rappellent l'histoire géologique ; notons que des recherches pétrolifères seraient intéressantes dans ce golfe de la Koura, car il offre toutes les caractéristiques d'un golfe propice à la formation du pétrole.

Lors de la période quaternaire, l'isthme du Manytch émergea et le bassin aralo-caspien fut séparé de la mer Sarmatique, à une époque toutefois postérieure à la pénétration des eaux de la Méditerranée dans celle-ci, car on trouve des formes animales méditerranéennes dans les couches aralo-caspiennes. Le bassin aralo-caspien était beaucoup plus étendu que la mer Caspienne actuelle : la mer Caspienne et la mer d'Aral formaient alors une seule nappe dont Sjögren évalue la superficie totale à 1.100.000 kilomètres carrés ; en outre, la mer aralo-caspienne était très surélevée par rapport à la mer Caspienne, puisque le niveau de celle-ci étant de 26 mètres au-dessous du niveau général des mers, le niveau aralo-caspien atteignit près de 100 mètres au-dessus ; Sjögren attribue ce fait à l'extension du glacier scandinave jusqu'à la mer aralo-caspienne.

Nous avons dit que la rive méridionale du bassin aralo-caspien n'était pas la rive actuelle de la mer Caspienne ; au début du néogène, le Caucase, dont la surrection remonte à une date très ancienne, constituait une chaîne unique avec le Petit Balkan de la Turkménie, et ce prolongement oriental du Caucase séparait les géosynclinaux du versant nord et du versant sud du Caucase, le détroit du Manytch et le détroit de la Koura, qui ne communiquaient pas entre eux à travers la région caucasienne ; la transgression sarmatienne ne modifia pas cette situation, et ce n'est qu'au méotien que les Petits Balkans furent séparés du Caucase et que la caspienne eut la physionomie d'aujourd'hui : c'est ce qui explique que les pétroles qui se rattachent au néogène se continuent directement à l'est, sur la rive orientale de la Caspienne par les pétroles de l'île Tcheleken, du pourtour de la baie de Krasnovodsk et les nappes qui jalonnent le pied des Petits Balkans jusqu'à Kizil Arvat.

Si les travaux remarquables du géologue et océanographe russe Androussof nous permettent de reconstituer avec une certaine précision le tracé de l'ancienne mer Sarmatique, dans sa partie orientale comme dans sa partie occidentale, ils nous permettent aussi de connaître l'histoire de ces régions au cours de la période quaternaire (1). La mer Sarmatique nous apparaît comme une mer peu profonde, habitée par une faune saumâtre ; au sud, elle se prolongeait par un golfe, la mer de Marmara, avec lequel elle communiquait par la vallée submergée du Bosphore ; le détroit des Dardanelles n'existait pas à la période tertiaire et n'était qu'une vallée fluviatile ; il n'y avait donc pas de communication entre la Méditerranée et la mer Sarmatique ; à la suite d'un affaissement des terres de l'Egéide, pont entre la péninsule des Balkans et l'Asie mineure, la mer Egée se forme et les eaux de la Méditerranée pénétrèrent brusquement dans la vallée des Dardanelles, qui devint ainsi le détroit maritime qu'elle est restée ; elles parvinrent donc dans la mer de Marmara et jusque dans la mer Sarmatique. L'envahissement brusque des eaux salées méditerranéennes amena la destruction des organismes qui peuplaient la mer Sarmatique ; aujourd'hui encore la vie animale est absente dans les parties profondes de la mer Noire, reliquat de la mer Sarmatique, par suite du dégagement d'acide sulfhydrique ; dans les fonds où l'oxygène se raréfie, des bactéries produisent une grande quantité d'hydrogène sulfuré qui tue les animaux marins, et qui, aux époques géologiques, a contribué à la formation du pétrole. L'histoire océanographique de la mer Noire explique celle de la tertiaire mer Sarmatique ; on voit quels liens étroits existent entre le passé géologique et le présent pétrolifère ; tous les pétroles de la Galicie, de la Roumanie, du Caucase et de l'Oural se rattachent à la mer Sarmatique ; il ne saurait y avoir aucun doute à ce sujet, bien que l'action volcanique ait été assez intense au néogène sur le versant interne de l'arc karpatique, moulé autour d'un vieux môle de la chaîne armoricaine-varisque (Haug), ce qui concilierait les deux théories sur l'origine du pétrole.

(1) Androussof Bosporus und Dardanellen. Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, 1910. La Mer Noire, guide au Congrès géologique international, Pétrograd, 1897.

***

Passons maintenant à une autre mer pétrolifère, la mer tertiaire persique, dont le golfe Persique actuel n'est qu'un reliquat. Là aussi nous avons quelques indications positives, mais plus restreintes, qui nous serviront de fil conducteur. Le pétrole est reconnu et même exploité sur toute la rive orientale de cette ancienne mer persique : ce sont d'abord les gisements de la province persane du Khouzistan, l'ancienne Susiane, au sud de Shouster, entre Shouster et Ahwaz ; ils constituent le fructueux domaine de l'Anglo-Persian Oil Company, fondée à la suite des découvertes de M. d'Arcy. La production en est déjà annuellement de 250.000 tonnes, et on raffine dans l'île d'Abadan, un peu plus au sud, ce pétrole.

Les nappes de pétrole, déjà célèbres de Maïdan-i-Naphtoun, se prolongent dans toute la province de l'Arabistan, jusqu'à Ahwaz, puis jusqu'à Darah, dans le Farsistan, pour se terminer aux environs de Bender-Abbas, à côté du détroit d'Ormuz. Il n'y a aucun doute sur cette présence du pétrole dans toute la Perse méridionale.

Nous avons là le premier tronçon de notre rivage oriental de la mer Persique, de Bender-Abbas à Shouster, mais il nous est non moins facile de reconstituer ce rivage au nord de Shouster, car le tracé en est jalonné par des nappes de pétrole, au pied des montagnes abruptes et sauvages du Louristan : d'abord Mendeli, en territoire de mandat anglais, aux confins de la Mésopotamie et de la Perse, à l'est de Bagdad ; puis, en territoire persan, la nappe de Kasr-i-Chirin, dont l'importance a été signalée par la mission de Morgan. Le pétrole de Kasr-i-Chirin, qui n'est pas encore exploité, correspond à un ancien golfe de la mer Persique, le golfe du Zagros, qui s'enfonçait dans les terres jusqu'aux fameuses Pyles caspiennes, comme celui de Maïdan-i-Naphtoun correspond à l'ancien golfe de la Susiane, dont les contours sont visibles sur une carte.

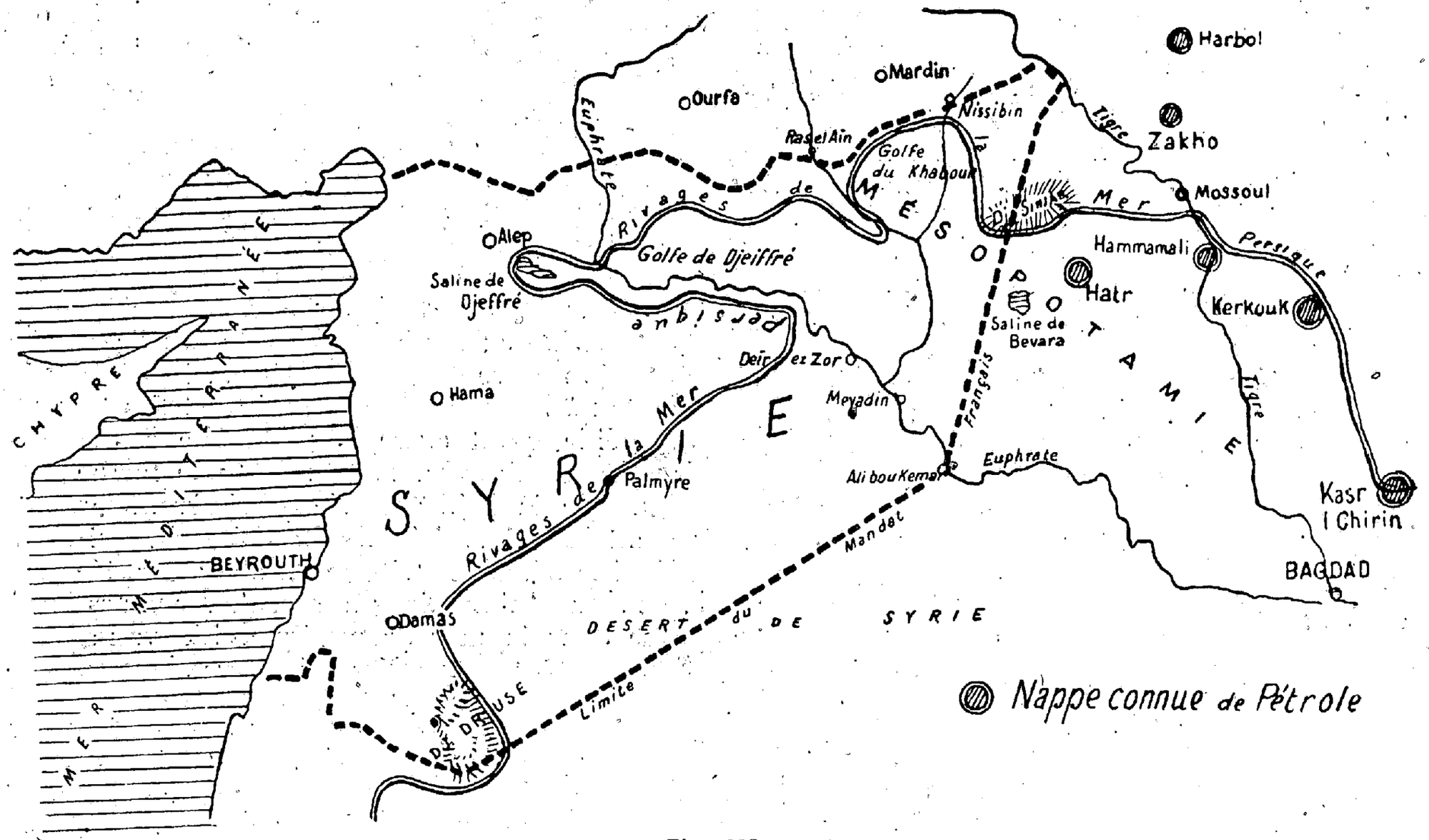


Fig. 223.

Au delà de Kasr-i-Chirin, nous allons rentrer sur le territoire de mandat anglais, pour retrouver le pétrole aux environs de Kifri, puis surtout au fameux Kerkouk dont on a tant parlé depuis quelques années. Kerkouk est le centre de ce que l'on appelle les pétroles de Mésopotamie, dans l'ancien vilayet de Mossoul ; on remarquera que ces pétroles de Mésopotamie constituent le prolongement septentrional des pétroles de Perse. Il existe des dégagements de méthane, de gaz naturel, aux environs de Kerkouk comme aux environs de Bakou.

Ainsi, nous connaissons le rivage oriental de l'ancienne mer persique depuis Bender-Abbas jusqu'à Kerkouk, et nous avons là les plus grandes certitudes pétrolifères de l'Asie. Mais que devient ensuite notre mer persique, c'est ce que nous allons essayer d'élucider.

La nappe de Kerkouk correspond au golfe du Petit Zab, golfe oriental de la mer Persique, et par la vallée du Petit Zab, nous atteignons

celle du Tigre ; nous y trouvons des jaillissements naturels de pétrole à Hammam Ali, presque aux portes de Mossoul. Là le pétrole se mélange à l'eau des sources thermales qui sont utilisées en bains depuis un temps immémorial, notamment contre les maladies de peau. Nous sommes à l'extrémité nord de la mer Persique, mais comment allons-nous reconstituer le rivage septentrional ? Si nous traversons le Tigre, nous constatons l'existence d'une nappe pétrolifère à l'ouest de Mossoul, près des ruines de Hatra, l'ancienne capitale des souverains arsacides, aujourd'hui El Hadr ; puis, plus rien. Par contre, ce désert mésopotamien est parsemé de nappes salines, dont quelques-unes sont très étendues, et il est limité au nord par une chaîne qui barre l'horizon comme une véritable muraille, le Djebel Sindjar. Le Djebel Sindjar, habité par de célèbres hérétiques musulmans, les Yezidis, apparaît incontestablement sous l'aspect des falaises d'un mer disparue ; malheureusement, il est encore peu exploré, mais tout porte à croire que c'est là qu'il faut chercher le rivage septentrional de la mer Persique ; il forme du reste aujourd'hui la frontière entre le mandat anglais et le mandat français (1). Le pétrole de El Hadr ne serait que le suintement méridional de la nappe qui se trouve au sud du Djebel Sindjar, de même que celui de Hammand Ali ne serait qu'un suintement du pétrole de Kerkouk.

A l'extrémité occidentale du Djebel Sindjar, nous trouvons une profonde dépression dans laquelle coule le Khabour, important affluent de l'Euphrate (2). Cette vallée du Khabour se trouve entièrement en territoire français, et de l'autre côté du Khebour commence une autre chaîne, qui est en quelque sorte la prolongation occidentale du Djebel Sindjar, le Djebel Abd-ul-Aziz, sorte de rivage septentrional de la mer Persique. Le Khabour se forme d'un éventail de rivières qui descendent des montagnes du vilayet de Diarbekir, de la région de Ras el Aïn et de Nissibin, et qui viennent se réunir dans le défilé entre le Djebel Sindjar et le Djebel Abd-ul-Aziz. Nous avons là incontestablement un ancien golfe extrêmement marqué de la mer Persique, le golfe du Khabour, et le tracé du chemin de fer de Bagdad entre Ras et Aïn et Nissibin correspond presque à l'ancien rivage septentrional, où se dressent les montagnes de Midiat et de Mardin. On ne saurait trouver une anfractuosité plus favorable à la production du pétrole, et le golfe du Khabour doit représenter l'une des nappes pétrolifères les plus intéressantes de la Mésopotamie. Le pétrole y jaillit du reste naturellement comme à Hammam Ali et à Kerkouk et s'y mêle à l'eau des ruisseaux. Aussi attirons-nous plus particulièrement l'attention sur ce golfe du Khabour.

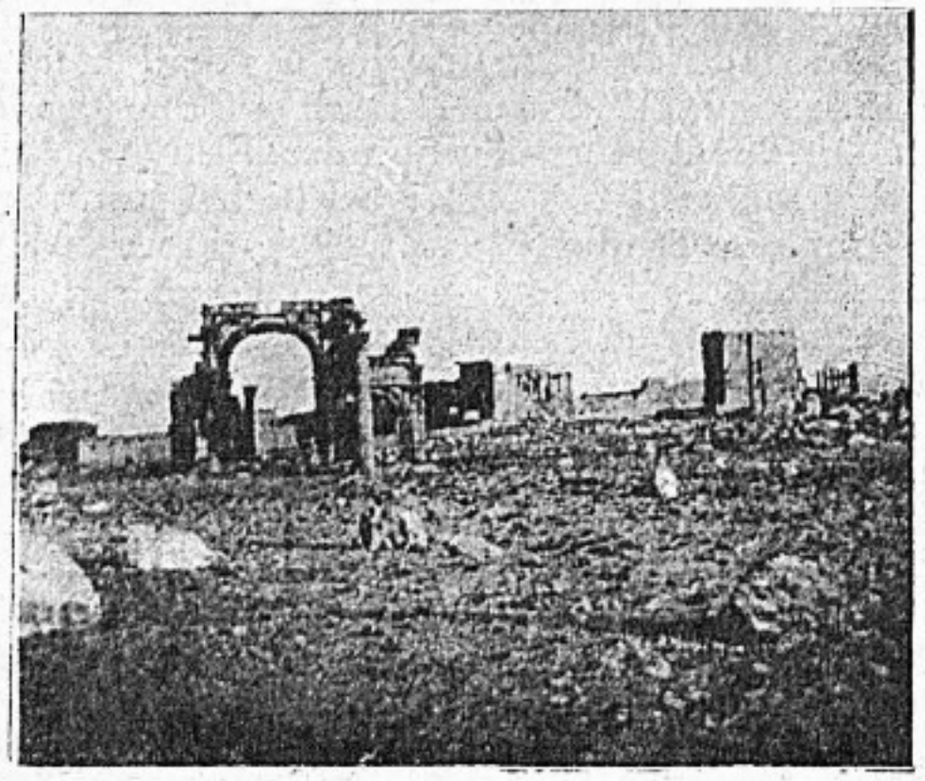


Fig. 224. — Tedmor. Ruines de Pa'myre

Au-delà du Djebel Abd-ul-Aziz, il devient difficile de retrouver notre rivage septentrional ; il est évident qu'il passe au sud d'Orfa, l'antique Edesse, et qu'il va rejoindre l'Euphrate en face de Meskené, dans le vilayet d'Alep.

Là, nous aurons d'autres fils conducteurs :

(1) *Djebel Sindjar.* — En raison de l'insuffisance actuelle de nos connaissances géologiques sur la Haute Mésopotamie, notre tracé des rives de la mer persique ne peut être qu'hypothétique ; une étude sur le terrain peut seule nous donner des précisions et sa nécessité s'impose. Si le Djebel Sindjar est très connu au point de vue historique, grâce aux anciens textes syriaques comme le livre de Thomas, évêque de Marga, si nous pouvons énumérer les églises nestoriennes qui y furent fondées, nous sommes moins fixés sur sa constitution géologique. Son chef-lieu administratif, Balad est à 107 kilomètres à l'ouest de Mossoul. Avec le Djebel-el-Melebigeh, le Djebel-Djereba, il forme une ligne continue, ancien rivage crétacé d'une mer tertiaire, jusqu'à la dépression du golfe du Khabour, de l'autre côté de laquelle, le Djebel Abdoul Aziz est la continuation du Djebel Sindjar. Très abrupt, le Djebel Sindjar domine la plaine mésopotamienne parsemée de salines révélatrices ; il est bien arrosé, ce qui, avec la persécution des orthodoxes musulmans a déterminé son peuplement assez dense. Les eaux de ruissellement vont au Nahr Sindjar qui se jette dans le Khabour.

(2) *Khabour.* — Le Khabour se forme à peu près dans le détroit entre le Djebel Sindjar et le Djebel Abdoul Aziz de deux branches : une branche occidentale, le Khabour proprement dit, qui provient des abondantes et nombreuses sources connues sous le nom de Ras-el-Aïn et une branche orientale, le Djahdzagha, dont le débit est le plus fourni et qui est alimentée par un éventail de rivières descendant du Karadja Dagh et du Djebel Toûr, montagnes du vilayet de Diarbekir qui limitaient, selon toutes probabilités, vers le nord, le golfe du Khabour. C'est là, incontestablement qu'il faut chercher le pétrole, et qu'on trouvera les nappes les plus intéressantes de la Mésopotamie française.

entre Meskené et Alep s'étend la plus grande saline de la Syrie, la saline de Djeffré ; or, il y a certainement une liaison entre la présence des dépôts de sel et celle des nappes pétrolifères, ainsi que l'a montré M. Moracek. En Alsace, à Pechelbronn, on remarque que les carbures d'hydrogène ont pris naissance à la limite des eaux douces et des eaux salées, car la brusque modification des conditions d'existence a fait périr un grand nombre d'organismes. On constate en Galicie le voisinage de la mine de sel gemme de Wieliczka et des nappes pétrolifères de Jaslo et de Boryslav. Nous pouvons donc supposer que la saline de Djeffré correspond à un cul-de-sac salin, au fond d'un golfe, dont l'intéressant Djebel Has représente l'ancien rivage. Il faudrait admettre que la mer Persique, à la hauteur de Meskené, décrivait une grande boucle, de manière à rejoindre l'Euphrate au Djebel Bichri. Puis, du Djebel Bichri jusqu'aux environs de Damas, il est aisé de tracer la rive occidentale de la mer Persique en se basant sur les couches de calcaires bitumeux très fréquentes dans toutes les chaînes de collines depuis l'Euphrate jusqu'à Palmyre, et depuis Palmyre jusqu'à Damas.

On sait que le bitume est tout simplement le produit solide de l'oxydation lente du pétrole au contact de l'air ; l'asphalte représente le mélange du pétrole, de bitume et de substances minérales, et les calcaires bitumeux sont des calcaires imprégnés d'asphalte : 8 % de bitume, 90 % de carbonate de chaux, 2 % d'eau, de silice, d'alumine et de carbonate de magnésie. En général, dit M. Jauch, le pétrole a existé là où l'on trouve du bitume, et il y a bien des chances pour qu'il s'en trouve encore dans le voisinage, sans qu'on puisse le certifier d'une manière absolue. Comme les calcaires bitumeux abondent dans toute la Syrie orientale, aux confins de la Mésopotamie, jusqu'aux abords de la mer Morte, on est amené à chercher le pétrole entre l'Anti-Liban et Palmyre. Et c'est en nous basant sur ces présomptions que nous traçons notre rivage occidental parallèlement au rivage oriental, après l'Euphrate jusqu'à l'oasis de Damas (3).

(3) La région entre Damas, Palmyre, Deu-ez-Zor est jalonnée par une ligne continue de collines calcaires qui commencent près de Domeir au Djebel-Kaous, dominent l'oasis de Palmyre des escarpements du Djebel Abyad, se continuent par le Djebel-el-Lebdi d'où proviennent les sources sulfureuses de Soukhné et finissent sur l'Euphrate par des escarpements tabulaires, dont le Djebel Bichri est riche en calcaires bitumineux. Il faut suivre pas à pas cette ligne de collines pour tracer exactement l'ancien rivage occidental de la mer Persique. Il paraît probable que l'Euphrate, autrefois, se jetait dans la mer Persique, entre Meskené et Rakka ; il y a lieu de déterminer avec précision cette ancienne embouchure de l'Euphrate, car là aussi il y a des possibilités pétrolifères.

Au sud de l'oasis de Damas s'étend un puissant massif volcanique, le Djebel Mauran ou Djebel Druze, dont les formidables coulées de lave, la Léja, enserrent l'oasis si riante en ce paysage de désolation ; en Palestine, le pays de Moab et le littoral oriental de la mer Morte sont essentiellement des territoires volcaniques, et si la production du pétrole est liée aux grandes fractures terrestres, quelle fracture serait plus nette que celle du Ghor, ou vallée du Jourdain, de la mer Morte et du golfe d'Akabach, le fossé érythrien ? Mais nous sommes arrivés dans le territoire de mandat anglais, et nous ne rechercherons pas comment le rivage occidental de la mer Persique se prolongeait jusqu'aux régions désertes de l'Arabie septentrionale ; nous nous arrêterons au Djebel Hauran ou Djebel Druze, que venaient battre les flots de cette mer Persique, éclairés par le lueurs de puissantes éruptions, sans doute tertiaires (4).

L'histoire géologique de la mer Persique correspond-elle à nos constatations géographiques ? Y a-t-il similitude avec celle de la mer Sarmatique, génératrice des pétroles polonais, roumains et russes ? L'absence d'une documentation très précise rend nos constatations beaucoup plus compliquées. Tout d'abord, la mer Persique et sa sœur la mer Rouge, sont des mers relativement récentes ; elles n'existaient ni l'une ni l'autre pendant la période jurassique ; alors la Perse occidentale, la Mésopotamie septentrionale et une partie de la Syrie constituaient les rivages de la Méditerranée centrale ou Tethys ; la mer Persique et la mer Rouge dépendaient de l'Asie continentale. Nous ne trouvons ni la mer Persique ni la mer Rouge pendant l'éocrétacé ; par contre, au mésocrétacé, le nord de la mer Rouge est formé par transgression ; la mer recouvre d'une part toute la Tripolitaine et la majeure partie du Sahara, d'autre part, la

(4) Une mission d'études fructueuse devrait comporter l'itinéraire suivant : Damas à Domeir, Domeir à Palmyre en longeant les collines calcaires bitumineuses qui jalonnent l'ancien rivage occidental, étude du Djebel Abyad, autour de Palmyre, reconnaissance de Palmyre à Hamah pour examiner le Djebel Chomari et ses annexes ; de Palmyre à Deir-ez-Zor ; longer la vallée de l'Euphrate jusqu'à un point en face de Kalaat Jaber ; de l'Euphrate au Djebel Has, étude du Djebel-Has et de la saline de Djeffré, retour à l'Euphrate ; suivre la vallée du Baliekh affluent de l'Euphrate et atteindre Ras-el-Aïn ; étudier la région de Ras-el-Aïn jusqu'au Karadja Dagh et au Djebel Toûr ; de Ras-el-Aïn au Djebel Sindjar par la vallée du Khabour ; exploration de l'ancien golfe du Khabour et du Djebel-Sindjar jusqu'à Mossoul ; de Mossoul à Deir-ez-Zor par la saline de Bevara ; de Deir-ez-Zor à Palmyre et au Djebel Druze ; étude du versant oriental du Djebel Druze. En même temps que l'étude géologique et la recherche du pétrole, la mission pourrait approfondir la question si importante de la culture du coton dans les vallées de l'Euphrate et du Khabour.

presqu'île de Sinaï et une partie de la Syrie. La transgression mésocrétacée envahit tout ce que Suess appelle le *grand plateau désertique*, et, de cette façon, la Méditerranée est mise en relation avec le golfe de Guinée.

Suess a désigné sous le nom de *grand plateau désertique*, toutes les régions du continent africain où les terrains secondaires affectent cette forme tabulaire que les Arabes appellent *hamada*, l'Arabie, le Sinaï, la Palestine et la Syrie se

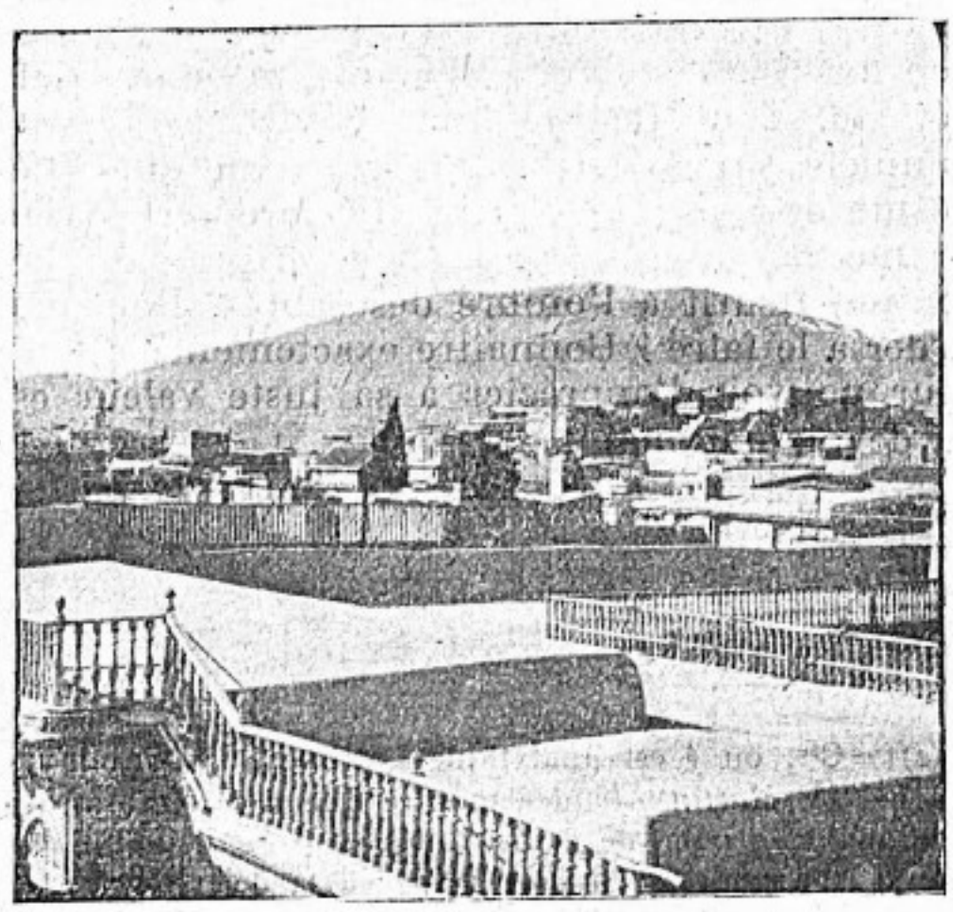


Fig. 225. — Damas. La Ville et le Djebel Kassim.

rattachent à ce grand plateau désertique, et la forme *hamada* se retrouve dans le désert syrien, comme dans le Sahara. Toutes ces régions étaient inondées depuis la fin de la période carbonifère ; elles ont été de nouveau envahies par les eaux au milieu de la période crétacée.

Pendant cette trangression mésocrétacée, l'Afrique est encore unie à l'Amérique du Sud à la hauteur de l'Equateur, et le continent africain ne se trouve pas isolé. Avec la période nummulitique commencement du tertiaire, de grandes transformations se produisent : le continent australo-indo-malgache disparaît et est remplacé par un archipel, l'Australie étant totalement séparée de ce continent ; par suite, la mer des Indes apparaît, tandis que le continent pacifique est supprimé. A la période néogène, l'Amérique du Sud est détachée de l'Amérique du Nord ; elles ne furent de nouveau réunies qu'ultérieurement, mais le continent africain n'est pas encore disjoint de l'Arabie ; la mer Rouge n'existe pas. Ce n'est qu'au commencement de la période quaternaire que s'approfondit le *fossé érythréen* ; ce *fosse érythréen*, un des plus formidables de notre globe, commence à l'est de Damas, dans le Ghor, ou vallée du Jourdain, la mer Morte, et se continue par le golfe d'Akabah et la mer Rouge ; le *Horst*, ce môle surélevé de la presqu'île du Sinaï, sépare le golfe d'Akabah du golfe de Suez ; ensuite le *fossé érythréen* se continue en Afrique jusqu'au lac Tanganika par le *fossé éthiopien*, au creusement duquel les formidables volcans du Kenia et du Kilima Ndjaro n'ont pas été plus étrangers que les volcans du Djebel Druze et du Moab ne l'ont été au creusement du *fossé érythréen*.

Tout d'abord, la mer Rouge communiquait avec la Méditerranée par dessus ce qui fut ensuite l'isthme de Suez ; une oscillation du sol amène le retrait de la mer, ainsi que nous l'apprend l'étude géologique des lacs Amers, et l'apport des alluvions du Nil acheva de souder l'Afrique et l'Asie. Ces événements ont eu des conséquences pétrolifères : on trouve le pétrole sur les deux rives du golfe de Suez, particulièrement sur la rive occidentale ou égyptienne, à Garmsah et à Hurgadeh ; le rendement annuel des pétroles égyptiens est déjà de 300.000 tonnes.

On peut supposer, non sans raison, que c'est

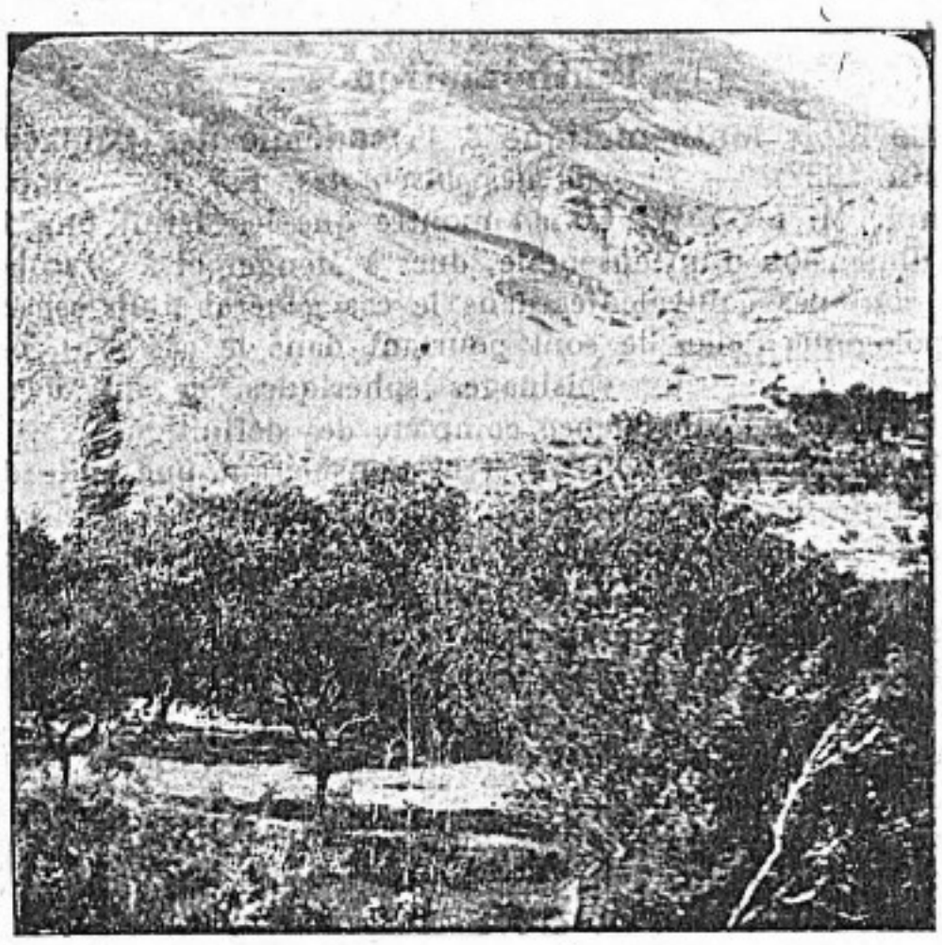


Fig. 226. — Damas. Vallée du Barada

la dislocation de l'ancien continent australo-indo-malgache et la formation de la mer des Indes, pendant le nummulitique, succédant à la transgression mésocrétacée qui ont amené le percement et du Bab el Mandel et du détroit d'Ormuz, par suite la naissance presque contemporaine de la mer Rouge et de la mer Persique. Après avoir été un golfe de la Méditerranée au néogène, le golfe de Suez devenait un golfe de la mer Rouge au quaternaire, ainsi que l'attes-

tent les fossiles trouvés sur ses deux rives. Partout, en Syrie et en Mésopotamie, un flot tertiaire vient recouvrir un sous-sol crétacé, résidu de la transgression mésocrétacée, jusqu'au jour où les alluvions quaternaires à la suite de la disparition des grands glaciers comblèrent les parties peu profondes de cette mer tertiaire.

La formation des pétroles de Perse et de Mésopotamie doit donc dater du percement du Bab-el-Mandeb et du détroit d'Ormuz par la mer des Indes, ce qui détermina la naissance de la mer Rouge et de la Mer Persique à la fin du tertiaire et au commencement du quaternaire. Il faudrait évidemment des études sur le terrain pour préciser la nature du tertiaire et du quaternaire de la Mésopotamie et du désert de Syrie pour vérifier cette hypothèse et l'établir sur des bases solides et précises.

Ce qui reste certain, c'est qu'à la base des montagnes crétacées du Louristan, du pays des Bakhtyaris et du Kurdistan, se trouvent des nappes de pétrole qui jalonnent l'ancienne rive orientale d'une mer persique, qui doit dater de la fin du tertiaire. Mais s'il y a une rive orientale de cette mer, il y a aussi une rive septentrionale et une rive occidentale ; or ces deux rives se trouvent incontestablement sur le territoire confié au mandat de la France ; pourquoi ne s'y rencontrerait-il pas des nappes pétrolifères comme sur la rive orientale ? Tout fait présumer le contraire : présence de gisements salins révélateurs, saline de Djeffré, saline de Bevara ; présence de calcaires bitumeux révélateurs ; constatation de l'existence de golfes bien marqués, golfe du Khabour, golfe de Djeffré, etc. Tout justifie une étude géologique complète sur le terrain, maintenant que l'héroïsme de nos soldats a pacifié le désert syrien et que la paix, selon la belle expression bédouine, fleurit à l'ombre des sabres. Pourquoi tarder à le faire ? Connaître exactement la Syrie pour pouvoir l'apprécier à sa juste valeur est un devoir national.

G. Saint-Yves.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Juin 1927). — *Théorie des ensembles.* Par un exemple simple M. *Léon W. Cohen* montre que les définitions de la dimension d'un ensemble, dues à Menger et à Urysohn ne sont pas équivalentes dans le cas général d'un espace topologique; elles le sont pourtant dans le cas d'un espace métrique aux voisinages sphériques, ce qui avait fait croire à l'équivalence complète des définitions.

Théorie des fonctions. 1 et 5. Considérant une suite de fonctions harmoniques $u_n(r, \theta)$, et limitant les $|u_n|$ par des inégalités fondamentales qui peuvent revêtir deux formes différentes, M. *G. Fichtenholz* énonce dans les deux cas les conditions nécessaires et suffisantes pour que la suite u_n converge vers une fonction harmonique à l'intérieur de $r = 1$. Dans une seconde Note il traite le même problème pour les fonctions analytiques de variable complexes.

2. M. *M. Lavrentieff* part d'un principe général concernant la représentation sur un même cercle de deux domaines jordaniens, D, D', D' contenant D et les frontières ayant un arc commun. Il étudie en outre les domaines simplement connexes quelconques, précise la notion de point frontière atteint (ou inatteint); les images des points inatteints sur $|w| = 1$ forment un ensemble de mesure nulle; il en résulte un nouveau cas d'unicité pour les fonctions analytiques.

3. Généralisant un théorème de M. Borel, M. *Spyridion Sarantopoulos* montre notamment qu'une fonction méromorphe pour $|z| \leqslant \frac{1}{\rho}$ ne peut être représentée par une série de Taylor à coefficients rationnels que si elle se réduit à la somme d'un quotient de deux polynomes à coefficients entiers, et d'une fonction, holomorphe dans un cercle de rayon supérieur à 1 :

4. Soit C une branche fermée simple d'une courbe $|f(z)| = C^{te}$, ou f est analytique; utilisant l'intégrale de Cauchy, M. *Martin Alander* montre que si C. embrasse p zéros de f et q pôles de f (distribués en $\beta \leqslant q$ points distincts), elle embrasse $p+\beta-1$ zéros de la dérivée $f'(z)$.

6. Antérieurement M. *Biernacki* avait montré qu'*en général* une fonction entière dont tous les zéros sont réels possède une dérivée dont les directions des zéros ne peuvent s'accumuler que vers l'axe réel. Il établit actuellement l'existence de fonctions entières, de genre quelconque, et qui échappent au théorème précédent; les zéros de leurs dérivées s'accumulent vers l'axe imaginaire.

7. Répondant à une question posée par M. Mo[illegible]el, M. *M. Lavrentieff* donne une condition nécessaire et suffisante pour qu'un continu puisse être considéré comme l'ensemble des points irréguliers d'une suite de fonctions $f_1(z), \ldots, f_n(z), \ldots$, (analytiques dans $|z|<1$, et la suite convergente dans ce cercle); il étudie en outre les conditions moyennant lesquelles une fonction $f(x,y)$ définie dans $|z|<1$ peut être la limite d'une suite de fonctions harmoniques, régulières dans $|z|<1$.

Analyse. 1. Se plaçant au point de vue de M. Cartan, M. *A. Buhl* montre comment la considération de certaines formes de Pfaff permet de synthétiser des théorèmes généraux relatifs aux groupes continus et à leurs groupes paramétriques.

2. M. *Léon Pomey* indique des conditions très générales moyennant lesquelles la solution d'une équation intégro-différentielle d'ordre infini a le même domaine d'existence que l'ensemble de ses coefficients; il donne en outre une formule de résolution et un théorème d'unicité.

3. M. *V. A. Kostitzin* forme des équations homogènes de Volterra, à limite infinie, possédant effectivement des solutions non identiquement nulles. Cet exemple montre bien la prudence que l'on doit apporter dans l'interprétation philosophique de la théorie des équations intégrales.

4. M. *René Lagrange* généralise les opérations [illegible]ation-

nelles élémentaires sur les suites a_n (ou sur les séries $\Sigma a_n\ t^{n+1}$) et il signale d'intéressantes applications des nouveaux symboles opératoires.

5. Pour intégrer l'équation $s=f\ (x, y, z, p, q)$, on peut se proposer de déterminer λ et μ de manière que l'enveloppe de

$$z = \alpha y+\beta y\ (\beta,\alpha)+\mu\ (\alpha)$$

satisfasse à l'équation proposée. M. *Riquier* développe les calculs et montre que λ satisfait à une équation du type

$$rt-s^2+A\ (x, y, z, p, q)\ r+2B\ (x, y, z, p, q)s=0$$

6. Etant données N séries de n variables $(N>n\geqslant 1)$,

$$u_i\ (t,\ldots, t_n) = \Sigma\ a_p\ t_p + \frac{1}{1.2}\Sigma\ a_{ipq}\ t_p\ t_q + \ldots$$

et le groupe de substitutions

$$t_k \to \Sigma\ \alpha_{kp}\ t_p + \frac{1}{1.2}\Sigma\ \alpha_{kpq} t_p t_q + \ldots$$

M. *J. Hjelmstev* montre comment on peut trouver les fonctions des a, ... qui restent invariantes quand on substitue aux a les coefficients des séries transformées. Il indique diverses généralisations du problème.

7. Comme l'expose M. *André Roussel*, on peut, dans des cas étendus, affirmer l'existence d'une solution d'un problème aux variations, par un procédé intermédiaire entre les méthodes anciennes et les méthodes récentes du calcul des variations. — On cherche le minimum de l'intégrale portant sur $f\ (x, y, y', \ldots, y^{(n)})$ dans la classe

$$|y| \leqslant M,\ |y'| \leqslant M, \ldots |y^{(2n)}| \leqslant M,$$
$$|y^{(2n)}(x_2) - y^{(2n)}(x_1)| \leqslant M\,|x_2 - x_1|,$$

et on utilise le théorème d'Ascoli.

8. M. *Julia* a montré que toute fonction entière prend une valeur quelconque (sauf une au plus) une infinité de fois dans un entourage angulaire arbitrairement étroit de certaines demi-droites issues de l'origine; répondant à une question de M. Bloch, M. *G. Polya* définit des demi-droites du type précédent en partant uniquement de la suite des coefficients du développement de la fonction en série de Taylor; ses théorèmes s'appliquent aussi aux singularités des séries à rayon de convergence fini.

9. M. *Maurice Gevrey* étend les résultats qu'il a publiés antérieurement sur l'intégration des équations du type elliptique; il indique notamment une troisième méthode d'intégration, indépendante de la formation de la fonction de Green et reposant sur les propriétés des potentiels de simple et double couche; la méthode permet de traiter les cas où les contours possèdent des points anguleux.

Géométrie. — 1. M. *Beniamino Segré* établit diverses relations entre les transformations de Jonas et de Fubini des réseaux R; et il en déduit des applications géométriques élégantes (tétraèdres dont les arêtes décrivent des congruences W, dont les sommets et les faces décrivent des réseaux R, transformés de Jonas ou de Fubini les uns des autres, ...).

2. En appliquant la méthode du repère mobile de M. Cartan à l'étude des correspondances analytiques entre deux plans projectifs, M. *Otakar Borukva* a été amené à introduire une forme différentielle cubique dont la signification est intrinsèque; suivant la nature de cette forme les correspondances se répartissent en quatre classes dont l'auteur indique les propriétés principales.

3. M. *E. Cartan* étudie les géométries dont le groupe fondamental est simple ou semi-simple; elles peuvent être rendues riemanniennes (avec un ds^2 positif et une courbure invariante par transport parallèle) moyennant un choix convenable de l'élément générateur de l'espace. L'auteur indique les différents types de ces espaces, et étudie leurs géodésiques.

Géométrie différentielle. — Soit C_{hk} une correspondance ponctuelle entre deux variétés d'un espace projectif telle qu'après un déplacement convenable (et variable d'un point à l'autre) qui assure la coïncidence des points correspondants, les deux variétés aient en leur point commun une *application* d'ordre h et un *contact* d'ordre k; M. *L. Féraud* propose d'étudier les variétés entre lesquelles existe une C_{hk}, le déplacement qui fait coïncider les points correspondants et les correspondances elles-mêmes. Il indique les principaux résultats auxquels conduit l'étude des développables dans les espaces à trois et quatre dimensions.

Géométrie infinitésimale. — M. *Gaston Julia* étudie les propriétés des congruences au voisinage des droites singulières (foyers confondus ou indéterminés); il envisage également le voisinage des lignes doubles de la surface focale, indique des propriétés corrélatives et des applications aux ombilics.

Mécanique céleste. — 1. Utilisant en particulier une transformation de M. Levi-Cività, M. *Kiveliovitch* étudie le mouvement de trois corps, avec choc de deux d'entre eux; l'emploi de variables canoniques permet l'application des résultats de Poincaré sur les solutions périodiques.

2. M. *P. Fatou* étudie le mouvement d'un point soumis à une attraction dérivée du potentiel $\mu r^{-1}+F\ (r, z^2)$, et il montre que moyennant certaines conditions relatives à F le mouvement du nœud est rétrograde; le résultat permet d'expliquer très simplement le mouvement du nœud de l'orbite lunaire, et il fournit une valeur très suffisamment approchée de la vitesse angulaire du nœud.

Hydrodynamique. — Précédemment M. *André Charrueau* avait étudié les figures d'équilibre relatif d'une masse liquide gravitante, tournante, soumise à l'effet d'une tension superficielle; il avait montré qu'à une erreur près de l'ordre de ω^4 la surface limite peut être confondue avec un ellipsoïde de révolution. Il indique actuellement une nouvelle approximation de la surface libre, qui est affectée seulement d'une erreur de l'ordre de ω^6.

Mécanique appliquée. — La détermination des pulsations de flexion peut s'effectuer par approximations successives; en général on se limite aux premières évaluations sans connaître le sens de l'erreur commise. M. *F.-H. van den Dungen* fait connaître des inégalités et des propriétés-limites qui permettent d'obtenir des valeurs approchées dans un sens déterminé.

Physique mathématique. — 1. Poursuivant ses recherches sur la mécanique ondulatoire, M. *L. Rosenfeld* applique des résultats dus à MM. de Broglie et Schrödinger, et il parvient à un modèle ondulatoire de l'électron magnétique de MM. Uhlenbeck et Goudsmit.

2. Si l'on assimile un atome à une petit aimant on peut mettre en évidence son moment magnétique de deux manières différentes : en mesurant les actions exercées sur la particule ou le champ magnétique de la particule. M. *Raoul Ferrier* insiste à nouveau sur la discordance des valeurs obtenues et sur l'insuffisance des théories classiques (Maxwell-Lorentz) à ce sujet. Il montre comment on peut éclairer la question par l'introduction d'une hypothèse nouvelle.

Physique mathématique appliquée. Pour évaluer la résistance opposée au passage d'un courant par le contact de deux sphères conductrices, MM. *Robert Esnault-Pelterie* et *Osée Marcus* introduisent des surfaces équipotentielles

ellipsoïdales et emploient des coordonnées elliptiques; ils montrent que la résistance à l'étranglement est inversement proportionnelle au diamètre du cercle de contact. Les mesures vérifient d'autant mieux les résultats que les résistances parasites sont mieux éliminées.

Physique du globe. — Supposons qu'on ait effectué des mesures suffisamment serrées du champ magnétique terrestre; on aura obtenu ainsi une carte du potentiel magnétique et de son gradient. Cela étant, M. *Marcel Brillouin* montre comment on peut remonter de ces résultats à l'intensité d'aimantation (interne) ou aux courants internes susceptibles de les produire. Ce serait là une méthode rationnelle d'étude du champ magnétique; elle devrait précéder toute hypothèse sur la constitution magnétique du globe.

Géodésie. — Comme le montre encore M. *Marcel Brillouin* la condition d'isostasie peut toujours être satisfaite en toute rigueur sans faire disparaître une large indétermination des densités en tous sens; la connaissance des résultats de la géodésie permet tout au plus de constater que l'isostasie n'est pas réalisée; elle ne permet pas d'affirmer que l'équilibre soit (rigoureusement ou approximativement) isostatique, résultat contraire à l'opinion admise jusqu'ici.

René Garnier.

Physique

L'épuisement par le charbon refroidi. — On connaît depuis fort longtemps la curieuse propriété que possède le charbon d'adsorber les gaz. Toutefois, la technique du laboratoire n'en tire vraiment parti que depuis que Sir James Dewar a démontré, en 1904, qu'en se plaçant à la température de l'air liquide,on obtient une amplification considérable de l'effet.

Le charbon de noix de coco, dont se servait Sir James Dewar, est encore utilisé aujourd'hui dans le même but. D'une façon générale, on considère qu'un bon charbon est susceptible d'adsorber 1.000 fois son volume de gaz.

L'adsorption se produit vraisemblablement à la surface des nombreux canaux capillaires qui sillonnent le charbon. On estime à 5.10^{-7} cm. le diamètre de ces canaux, en sorte que la superficie, représentée par 1 gr. de charbon, ne serait pas inférieure à 2.500 mètres carrés.

En se plaçant dans l'éventualité où le gaz s'adsorberait en couches monomoléculaires, Langmuir a calculé que le gramme de charbon serait susceptible d'en retenir 2.000 cm^3, chiffre qui est bien de l'ordre de grandeur des résultats expérimentaux. Dans une autre hypothèse, Langmuir envisage encore la possibilité de réactions chimiques conduisant à la formation de longues chaînes carbonées.

L'emploi du charbon refroidi dans l'air liquide permet de parvenir aux pressions les plus basses qu'on sache réaliser, de l'ordre de 10^{-8} mm. de mercure où le nombre des molécules présentes par centimètre cube n'est plus que de l'ordre du milliard tandis qu'à la pression atmosphérique on l'estime à 3.10^{19}. Cependant le charbon exige à chaque opération une manipulation préalable et n'est pas immédiatement efficace, de sorte qu'on lui préfère en général, aujourd'hui, les pompes moléculaires, dont l'action est beaucoup plus rapide.

Le charbon refroidi présente encore la propriété de ne pas adsorber au même degré les différents gaz, comme on le verra dans le tableau suivant, relatif à quelques éléments. L'adsorption, relative à 1 cmc. de charbon, est indiquée à la température 0° de la glace fondante et à la température — 185° de la liquéfaction de l'air. On a mentionné en chaque cas le point d'ébullition à la pression atmosphérique.

Gaz	Volume absorbé par 1 cmc de charbon A-0°	A-185°
Hélium (P.E. — 268°8)	2 cmc.	15 cmc.
Hydrogène (P.E. — 252°9) ...	4 cmc.	135 cmc.
Argon (P.E. — 186°2)	12 cmc.	175 cmc.
Azote (P.E. — 195°8)	15 cmc.	185 cmc.
Oxygène (— 183°0)	18 cmc.	230 cmc.

On voit, d'après ces résultats, que les adsorptions respectives des divers gaz se différencient beaucoup plus aux basses températures qu'à 0°.

Cette sélectivité est des plus intéressantes pour la séparation et la purification des gaz. En particulier, la propriété a servi de principe à un mode d'extraction de l'hélium, à partir des émanations gazeuses naturelles.

S. V.

Chimie Physique

La transmutation artificielle des éléments. — Les recherches de Rutherford sur la transmutation artificielle des éléments ont eu pour point de départ l'expérience suivante.

Faisons passer un faisceau de particules α très rapides, issu d'une pellicule de radium C, à travers du gaz hydrogène, sous la pression ordinaire. Les particules α sont deux fois plus massives que les molécules d'hydrogène et leur vitesse est 10.000 fois plus grande; leur énergie cinétique égale donc 200 millions de fois celle des molécules d'hydrogène. Après un parcours de 28 centimètres environ, les particules α cessent d'être observables par scintillation sur un écran de sulfure de zinc ou par ionisation des gaz. Mais au-delà du parcours des particules α, on observe, sur l'écran phosphorescent, des scintillations dues à un nouveau type de particules radiantes : les particules « H ».

L'étude des déviations produites sur ces particules par un champ magnétique et un champ électrique montre que chacune d'elles est constituées par ion hydrogène, c'est-à-dire par un atome d'hydrogène privé du seul électron satelite qu'il possède, et par suite électrisé positivement : c'est donc le noyau d'hydrogène ou proton.

Le passage des particules α à travers l'azote produit également des particules que l'étude des déviations par un champ magnétique montre identiques aux particules « H » observées dans l'hydrogène, mais susceptibles de parcourir un chemin plus long : le parcours des particules H produites dans l'azote est 1,4 fois celui observé pour les particules « H » dérivées de l'hydrogène ou des composés hydrogénés. La présence d'impuretés hydrogénées, si difficile à éviter, est donc sans influence sur le résultat obtenu.

Rutherford a soumis une vingtaine d'éléments au bombardement des particules α. Il observait les scintillations produites par les particules « H » qui traversaient un écran de mica d'épaisseur suffisante pour arrêter toutes les particules « H » produites dans l'hydrogène ou les composés hydrogénés, ceci toujours afin d'éliminer l'influence possible d'impuretés hydrogénées dans les éléments étudiés.

En dehors de l'azote, cinq éléments se désintègrent par le choc des particules α en émettant des particules « H » de parcours supérieur à celui des particules « H » qu'on obtient dans l'hydrogène. Ce sont : le bore, le fluor, le sodium, l'aluminium et le phosphore.

Un grand nombre d'autres éléments ont été examinés sans qu'on ait pu mettre en évidence la production de protons de parcours supérieur à 28 cm. dans l'air. Rutherford et Chadwick, opérant sur des corps complètement débarrassés d'hydrogène, ont recherché si l'action des par-

ticules α ne produirait pas des protons d'un parcours inférieur à 30 cm. dans l'air. Ils ont bien constaté presque toujours la production de quelques protons sans pouvoir affirmer cependant que ces protons ne provenaient pas d'une contamination des corps étudiés par un composé hydrogéné. Aussi les mêmes auteurs ont-ils essayé de constater l'émission de protons par la substance étudiée dans une direction normale à celle des rayons δ incidents. Dans ces conditions, l'hydrogène que peut contenir la substance étudiée n'affecte plus les résultats car il suit sensiblement la direction des particules α incidentes. Par ce procédé, Rutherford et Chadwick ont acquis la certitude que tous les éléments légers jusqu'au potassium inclus peuvent être désintégrés par le choc des particules α, à l'exception de l'hélium, du lithium, du béryllium, du carbone et de l'oxygène. Pour ces corps, comme pour les atomes plus lourds, la désintégration ne se manifeste pas avec certitude.

Des savants autrichiens, Kirsh et Petterson, ont publié récemment des conclusions différentes. Ils pensent avoir observé, par un dispositif analogue à celui de Rutherford et Chadwick, la désintégration non seulement des éléments légers, comme le carbone et l'oxygène, pour lesquels ces derniers n'ont pas obtenu trace de désintégration, mais de presque tous les éléments qu'ils ont examinés. Ces conclusions n'ont pas été jusqu'ici admises par Rutherford et Chadwick

A. Bc.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Métallurgie

Nouveau défectoscope magnétique pour rails. — Dans les pièces ayant une certaine longueur, il est difficile de se rendre compte si leur section transversale en un point quelconque présente toujours la même structure homogène et la même résistance uniforme. Ainsi les rails de chemins de fer peuvent souvent présenter des défauts dans leur homogénéité. Dans certains rails déjà posés, il peut y avoir des fissures intérieures, des parties affaiblies par des tensions exagérées, des ségrégations produites durant la fabrication. Il est impossible de reconnaître ces défauts avec les méthodes employées jusqu'aujourd'hui.

On vient d'imaginer au Japon un nouvel appareil pour déceler les défauts des rails. On sait que quand on place de l'acier dans une champ magnétique puissant, il passe immédiatement à l'état d'aimant. L'intensité de l'aimantation varie beaucoup avec la nature du métal et aussi avec le traitement thermique et mécanique auquel il a été soumis. Par exemple, l'intensité de l'aimantation de l'acier au carbone diminue quand la teneur en carbone augmente. On sait également que l'intensité d'aimantation c'est-à-dire la perméabilité magnétique varie suivant le forgeage et le traitement thermique auquel on le soumet; en d'autres termes, l'intensité d'aimantation varie énormément avec les tensions exercées par les forces extérieures. Ce n'est pas seulement le traitement thermique qui modifie profondément la perméabilité des métaux magnétiques, mais les impuretés et les scories ont aussi une action profonde sur la perméabilité. Quand le métal est bien homogène l'aimantation provoquée par une force magnétique constante est régulière sur toute la longueur de la barre; mais si cette barre présente n'importe quel défaut, l'intensité d'aimantation variera aux endroits présentant ces défauts. En promenant une bobine d'essai avec un électro-aimant en fer à cheval le long de la barre et mesurant le courant induit en employant un galvanomètre à réflexion, on déterminera les variations de la force d'aimantation. En d'autres termes quand le rail est bien homogène, sa perméabilité est constante sur toute la longueur et il ne se produit aucun courant induit dans la bobine d'essai et le galvanomètre ne bougera pas; mais quand, au contraire, il y a n'importe quel défaut dans le rail, l'uniformité dans la dispersion, des lignes de force magnétiques est détruite à cet endroit, il se produit du courant induit dans la bobine et par suite une déflexion dans le miroir du galvanomètre; ainsi en mesurant sur toute la longueur du rail le courant produit dans la bobine, on décèlera les défauts dans le cœur du rail. Du 20 au 27 juillet 1021, on a ainsi fait des essais avec cet appareil sur les rails qu'on plaçait sur la ligne de Saraganta à Koriyama au Japon. Les résultats firent voir que la plupart des rails étaient sains, quelques-uns présentaient certains défauts dûs à des lingots défectueux. Dans certains cas, on pouvait se rendre compte de ces défauts à l'œil nu, d'autres fois, on détermina avec cet appareil des fissures transversales et des criques longitudinales dans la tête du rail. Un essai de flexion exécuté sur cette partie du rail correspondant à une forte déviation du galvanomètre fit découvrir une fissure transversale. Ainsi avec le défectoscope on peut déterminer les fissures transversales internes qui sont très dangereuses dans les rails et qui sont l'une des principales causes de rupture. (*Iron and coal Trades Review*, 17-12-26).

E. P.

Agronomie

Culture du Safran, — D'après un étude très documentée de M. R. de Escauriaza, sur la culture du Safran en Espagne, (*Revue internationale de Renseignements agricoles* de l'Institut International d'Agriculture), cette culture,qui exige une main-d'œuvre abondante, n'est entreprise que sur des surfaces très réduites de 5 à 50 ares de façon à être assurée par le cultivateur et sa famille. En réalité, ce ne sont pas toujours des agriculteurs qui cultivent le safran, mais des ouvriers ruraux tels que maçons, forgerons, corroyeurs, qui consacrent leurs heures de liberté à donner avec leur famille les soins nécessaires à leurs champs de safran.

Le climat du safran, d'après les relevés météorologiques des régions d'Espagne où il est cultivé semble être défini suffisamment par les nombres qui suivent :

	Température moyenne annuelle	Pluie en mm.	Nombre de jours de pluie
Ciudad Real	15°	456	97
Soria	10°2	567	96
Saragosse	14°7	295	66

La température minima peut descendre à — 12° dans les régions où le safran est cultivé : d'ailleurs en hiver on protège le safran en terre, par une couche de terre qui le met à l'abri des gelées.

Deux pluies abondantes suffisent pour le safran : une au printemps qui doit faire développer de nouveaux bulbes pour l'année suivante, une à la fin de l'été ou au début de l'automne pour faciliter la croissance et la floraison des nouvelles pousses.

Le terrain doit être bien meuble, et autant que possible très calcaire : les meilleurs safrans sont ceux de la province d'Albacète, poussés sur un terrain contenant 40 o/o de calcaire.

Les sols argileux humides sont très nuisibles.

Comme engrais, à la station expérimentale d'Albacete on a reconnu que le meilleur était le suivant, par Ha : fumier 20,000 k.; superphosphate 200; chlorure de potassium, 150 k., et les années suivantes on ajoute entre les lignes 50 k. de sulfate d'ammoniaque.

Le terrain est en général préparé à la bêche, très soigneusement, et l'on plante les bulbes en mai-juin. On les place à très petite distance sur les lignes distantes de 45 cm. des binages d'entretien et vers la fin de novembre la récolte des fleurs est terminé, on donne ensuite un léger labour à la bêche entre les lignes. Au mois d'avril ou de mai, on fauche les feuilles pour l'alimentation du bétail on donne une façon à la terre entre les lignes, on renouvelle cette façon en juin. Un binage par mois.

Après la 4e récolte on détruit la plantation. L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1er août 1927.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Krawtchouk* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les pôles des fonctions analytiques.**

HYDRODYNAMIQUE. NAVIGATION. — *E.-E. Fournier.* — **Sur la résistance de l'eau à la translation des carènes.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *F. Gonseth* et *G. Juvet* (transm. par M. Hadamard). — **Sur les équations de l'électromagnétisme.**

MÉTÉOROLOGIE. — *Dedebant* (prés. par M. Deslandes). — **Le champ du déplacement instantané des isobares.**

MAGNÉTISME. — *B. Cabrera* (transm. par M. Pierre Weiss). — **Sur la théorie du paramagnétisme.**

GÉOGRAPHIE. — *C. Ibanez de Ibero* (transm. par M. Ch. Lallemand). — **Sur la liaison sous-marine de l'Espagne avec le Maroc au moyen d'un Tunnel intercontinental.**

Si ce projet était réalisé, on ouvrirait ainsi la voie la plus rapide entre l'Europe, l'Afrique et l'Amérique du Sud; rattaché aux voies projetées du Cap au Caire et du Transsaharien, le tunnel ouvriarait une nouvelle voie commerciale de liaison, sans transbordements, entre l'Extrême-Orient, l'Europe occidentale et le Sud Africain. Ces avantages seraient surtout importants pour l'Espagne et pour la France auxquelles ils faciliteraient l'œuvre de mise en valeur du Maroc.

MÉTÉORITES. — *A. Lacroix.* — **La composition et la structure du fer météorique de Tamentit. L'oxydation des fers météoriques à haute température.**

La météorite du Tamentit décrite précédemment par M. Lacroix (*C. R.* 184, 1927, p. 1217) doit être considérée comme un cristal unique formé par l'entre-croisement régulier de quatre cristaux élémentaires, aplatis et groupés respectivement suivant les faces de l'octaèdre.

L'analyse faite par M. Raoult a donné : fer 91,13; nickel 8,39; cobalt 0,38; manganèse, 0,07; phosphore 0,23; soufre 0,01; carbone 0,06; silicium, traces : total, 100,25; Le phospore se trouve à l'état de schreibersite.

Le chauffage au chalumeau (1580°C.) n'a pas modifié la structure octaédrique. Les poutrelles de camacite finissent brusquement contre l'oxyde magnétique; elles se sont donc oxydées et ont coulé sans subir de transformation allotropique, ce qui concorde avec l'observation des bords de la météorite. Le chauffage au chalumeau a permis de faire une série d'observations très intéressantes.

POUVOIR ROTATOIRE. — *R. de Mallemann* et *P. Gabiano* (transm. par M. A. Cotton). — **Dichroïsme circulaire des cuprotartrates alcalins.**

M. Gabiano a établi précédemment l'existence de trois combinaisons définies de l'acide tartrique, du cuivre et des alcalis. Les trois corps isolés présentent un dichroïsme circulaire très net relativement petit pour les deux composés monoalcalins, mais considérable dans le cas du dérivé disodique.

Le pouvoir rotatoire et le dichroïsme des deux solutions de $TCuNa.2H^2O$ et de $TCuNa^2.2H^2O$ sont exactement les mêmes, en calculant la concentration de la solution du sel cristallisé d'après la composition du sel disodique.

Le pouvoir rotatoire et le dichroïsme spécifiques augmentent notablement avec la concentration. Le composé défini $TCuNa^2.2H^2O$ est donc très actif et très dichroïque.

PHOTOCHIMIE. — *Lucien Mallet* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Phénomènes de luminescence au cours de réactions oxydantes en solutions aqueuses.**

Les faits observés contribuent à montrer que l'émission des radiations lumineuses doit être un phénomène très général, tout au moins au cours de réactions oxydantes; ils apportent une vérification à l'hypothèse de M. Jean Perrin d'après laquelle toutes les reactions chimiques, ruptures ou soudures de valences, s'accompagnent d'émission ou d'absorption de lumière. Il est vraisemblable que de nombreux effets physico-chimiques et biologiques sont dûs à ces phénomènes.

OPTIQUE. — *Armand de Gramont* (prés. par M. Ch. Fabry). — **La télémétrie monostatique au crépuscule.**

Les essais sont résumés dans des figures qui montrent qu'à partir de la brillance de 1×10^{-4} bougie par centimètre carré, la coïncidence donne de médiocres mesures, alors que le stéréoscopique fonctionne encore convenablement sous $0{,}25\times10^{-4}$ bougie par centimètre carré et a pu donner des indications jusqu'à $0{,}1\times10^{-4}$ bougie par centimètre carré environ.

CAPILLARITÉ. — *G. Friedel.* — **Formes que prend la myéline au contact de l'eau.**

La myéline au contact de l'eau pure s'hydrate par la surface et se couvre d'excroissances qui ne sont pas, comme on l'a dit, des tubes, mais des boudins pleins. Biréfringents, entre nicols, ils s'éteignent parallèlement et normalement à leur axe, et montrent dans les autres positions deux bandes claires à allongement négatif, l'axe optique rayonnant autour de l'axe d'allongement. Entre ces deux bandes claires, une bande sombre marque l'axe du boudin, mais elle n'a aucun rapport avec le vide intérieur et provient simplement de ce que les éléments uni-axes qui se projettent sur l'axe du cylindre sont parallèles à l'axe du microscope. Les boudins ne sont qu'un épisode éphémère de l'hydratation.

PHYSIQUE. — *James Basset* (prés. par M. C. Matignon). — **Appareil pour réaliser des expériences physiques ou chimiques à toutes températures variées sous des pressions liquides de 15.000 kg/cm².**

La description de cet appareil est donnée à l'aide de figures.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Léon Guillet, de Fleury* et *Sensaud de Lavaud.* — **Sur l'alliage d'aluminium et de silicium nommé Alpax et ses applications.**

L'*alpax*, le nouvel alliage utilisé par l'industrie, n'a de propriétés intéressantes que si, avant la coulée, il est affiné par un fondant (fluorures, chlorures alcalins ou sodium). L'alliage possède alors le structure très fine caractéristique de l'eutectique; des grains de silicium

assez volumineux sont répandus sur un fond d'aluminium. Sa densité à 20° est de 2,65. Il présente à la coulée un très faible retrait; mais le recuit produit des phénomènes de coalescence et les propriétés mécaniques sont diminuées.

Les auteurs ont recherché l'influence de la vitesse de refroidissement au moment même de la coulée sur les propriétés mécaniques de l'alliage non affiné ou affiné. Les résultats montrent l'importance considérable de la température de coulée; l'influence de la vitesse de refroidissement; l'action de l'affinage.

Les auteurs ont présenté à l'Académie un chassis d'automobile coulé en une seule pièce. Son poids est de 160 kilos.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Eugène Delauney* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur une nouvelle méthode d'analyse quantitative applicable à un mélange de terres rares.**

L'auteur a employé le dispositif suivant : sur un faisceau lumineux cylindrique d'intensité constante, on intercale une cuve à épaisseur variable destinée à recevoir les solutions. Le spectrographe utilisé est un petit spectrographe Hilger de faible dimension (2 cm. pour le spectre visible). On se sert de plaques photographiques panchromatisées.

Les trois cas suivants ont été étudiés : 1° solution ne contenant qu'un élément rare; 2° solution neutre contenant deux terres rares; 3° solution acide d'une terre rare. Les résultats obtenus sont exposés dans des tableaux.

Dans cette note, M. Delauney étudie également le fractionnement de terres rares dysprosifères. Ses résultats confirment ceux annoncés par M. Urbain sur la susceptibilité magnétique considérable du dysprosium.

CHIMIE MINÉRALE. — *W. Ipatieff* et *J. Andrewski* (prés. par M. C. Matignon). — **Précipitation de l'iridium de ses solutions par l'hydrogène sous pression.**

Dans cette étude, les modes opératoires et les méthodes de séparation ont été les mêmes que ceux qui ont été employés dans celle du platine. Les résultats avec l'iridium ont conduit aux mêmes conclusions, c'est-à-dire que l'élimination est plus facile avec les solutions de plus faible concentration; quand la pression augmente, la substitution est aussi plus rapide; la précipitation est aussi plus active quand la température s'élève; la quantité du métal éliminé augmente avec le temps.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Amé Pictet* et *H. Vogel.* — **Synthèse du lactose.**

Les auteurs avaient obtenu précédemment (*C. R.*, 184, 1927, p. 1512) le maltose en chauffant dans le vide un mélange de glucose α et de glucose β. Ils utilisent cette méthode pour préparer le lactose par mélange du galactose β avec le glucose α. Ils obtiennent ainsi un sucre répondant à la formule $C^{12}H^{22}O^{11}$ H^2O dont ils démontrent l'identité avec le lactose.

L. Franchet.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand* et *Hirosi Nakamura.* — **Sur l'importance physiologique du nickel et du cobalt.**

Les résultats exposés dans cette Note démontrent d'une manière directe l'intervention du nickel et du cobalt dans l'ensemble des phénomènes nutritifs.

Il a suffi de quelques centièmes de milligramme de ces deux métaux ajoutés aux aliments pour augmenter la survie des animaux en expérience de 17 pour 100 environ; encore faut-il noter qu'une partie seulement (à peu près un dixième) avait été retenue par l'organisme.

— *Raoul M. May* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Etudes microchimiques sur le système nerveux. La teneur en soufre et en phosphore des hémisphères cérébraux du cobaye.**

La teneur en soufre et en phosphore ne varie dans les deux hémisphères cérébraux du cobaye que dans des limites très restreintes (0 mg. 07 à 0 mg. 27 par gramme pour le soufre; 0 mg. 05 à 0 mg. 55 par gramme pour le phosphore — substance sèche). On peut donc faire subir des opérations à un des hémisphères du cerveau en vue du dosage subséquent du soufre et du phosphore, l'autre hémisphère, resté intact, servant de témoin.

MÉDECINE. — *D'Arsonval.* — **L'échauffement des tissus par les courants de haute fréquence.**

L'ampéremètre thermique ne suffit pas pour renseigner sur le degré d'échauffement des tissus en diathermie. Aucun inconvénient quand la partie électrisée est sensible, mais dans le cas de paralysie de la sensibilité, on peut littéralement cuire le tissu à l'insu de l'opérateur et de l'opéré. En pareille occurrence, il faut mesurer l'échauffement du tissu à l'aide d'une des aiguilles thermo-électriques de l'auteur reliée à un de ses galvanomètres à circuit mobile. M. d'Arsonval n'a envisagé dans cette Note que l'échauffement par l'application *directe* de la haute fréquence.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Charles Nicolle, Charles Anderson* et *Jacques Colas-Belcour.* — **Sur un nouveau spirochète sanguicole pathogène (*Sp. Normandi*) transmis par un Ornithodore (*Orn. Normandi*), hôte des terriers de rongeurs nord africains.**

Il existe, dans les couches superficielles du sol tunisien au voisinage des régions habitées, un Ornithodore (*Orn. Normandi*) qui est l'agent de transmission naturel d'un spirochète pathogène (*Sp. Normandi*). Ce spirochète se différencie du spirochète de la récurrente espagnole par sa non-transmission expérimentale par les poux et son absence de pouvoir pathogène pour le cobaye, animal réactif du spirochète espagnol: Il se rapproche des spirochètes de la fièvre des tiques et de la musaraigne, mais il se sépare d'eux par son faible pouvoir pathogène pour le rat et par son pouvoir pathogène plus net pour le mérion.

— *Charles Lebailly* (prés. par M. E. Roux). — **Vaccination préventive et spécifique des chiens contre la maladie du jeune âge.**

La vaccination est réalisée en inoculant en une seule fois sous la peau du chien à préserver une dose de virus suffisante pour le rendre en quelques jours réfractaire à l'infection. Le virus est recueilli dans la rate qui en contient de grandes quantités. Il est tué par addition d'un antiseptique, le formol, de préférence. L'émulsion vaccinante est utilisable au bout de 48 heures; inoculée sous la peau, à l'aide d'une grosse aiguille, à la dose de 10 centim. cubes par animal, elle confère l'immunité en six jours.

L'auteur a vacciné jusqu'ici 19 chiens sensibles de 4 à 6 mois qui tous ont résisté dans la suite à l'inoculation de virus ou à la contagion directe.

GÉOGRAPHIE. — *C. Ibanez de Ibero* (transm. par M. Ch. Lallemand). — **Sur la liaison sous-marine de l'Espagne avec le Maroc, au moyen d'un *Tunnel intercontinental*.**

D'après ce projet, la traversée du tunnel s'effectuerait en une demi-heure avec le tracé Vaqueros-Tanger (48 km. 2), ou en trois quarts d'heure avec le tracé Trafalgar-Malabata (52 km. 9). La durée des travaux peut être évaluée à 5 ou 6 ans. Avec le premier tracé la dépense atteindrait 300 millions de pesetas, avec le second, elle dépasserait 500 millions de pesetas.

ENTOMOLOGIE. — *Mlle M. Gauthier* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Sur les larves françaises d'Ephémérides rapportées au genre Iron.**

La dilatation des premières lamelles branchiales ne peut plus servir à caractériser les larves d'Iron, puisque la larve d'*Epeorus alpicola* présente également cette particularité. Et ainsi le genre *Epeorus* montre deux types larvaires différents : l'un, classique, représenté par la larve d'*Epeorus torrentium* Etn. des auteurs; l'autre a premières branchies très développées, se rejoignant sur la face ventrale, comme dans la larve d'Iron d'Eaton, et auquel se rattachent les larves d'*Epeorus alpicola* Etn.

Il reste à voir dans quelle mesure cette importante différence larvaire doit peser dans la caractéristique des deux genres *Iron* et *Epeorus*.

PHARMACODYNAMIE. — *F. Mercier* et *Raymond-Hamet* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur l'action vaso-constrictrice de l'hydrastine.**

Il paraît vraisemblable d'admettre d'une part, qu'aux doses faibles l'hydrastine excite les centres vaso-moteurs et provoque ainsi de l'hypertension et de la vaso-constriction d'origine centrale, tandis qu'aux doses fortes, elle paralyse ces mêmes centres et détermine de l'hypotension; d'autre part, que les centres vaso-moteurs sont sinon paralysés, tout au moins rendus plus sensibles à l'action paralysante de l'hydrastine qui peut ainsi se manifester chez l'animal chloralosé à des roses qui excitent ces centres chez l'animal non chloralosé.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Mme L. Randoin* et *Mlle A Michaux* (prés. par M. E. Leclainche). — **Variations de la teneur en fer du foie, de la rate et du sang, sous l'influence d'un régime déséquilibré par absence complète de vitamine antiscorbutique.**

Pour 100 grammes de sang frais de Cobaye adulte normal, les auteurs ont trouvé 40 milligr. de fer en moyenne. Cette teneur semble ne diminuer que très peu au cours du scorbut aigu qu'ils ont provoqué.

Chez le cobaye adulte normal, la teneur en fer pour 100 gr. oscille entre 27 et 56 milligr. (moyenne : 40 milligrammes). Il en est de même pour la rate du Cobaye scorbutique qui, au point de vue du fer, ne se différencie pas sensiblement de celle du Cobaye recevant le régime artificiel complet.

Le foie renferme normalement 2 milligr. de fer environ.

Chez le Cobaye scorbutique, cette quantité baisse notablement à partir du vingtième jour et atteint finalement la valeur de 0 mg. 45 en moyenne. Parallèlement, la teneur en fer pour 100 gr. de foie frais diminue durant la semaine qui précède la mort. L'importante réserve de fer que représentent les combinaïsons organiques ferrugineuses du foie tendrait donc à s'épuiser lorsque le régime est totalement dépourvu de vitamine antiscorbutique.

P. Guérin.

Séance du 8 août 1927.

GÉOMÉTRIE. — *S. Finikoff* (trans. par M. Hadamard). — **Sur les congruences stratifiables.**

HYDRODYNAMIQUE. — *Pierre Dive* (prés. par M. Hadamard). — **Mouvements internes les plus généraux d'une masse fluide hétérogène en rotation autour d'un axe.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Louis de Broglie* (prés. par M. Maurice de Broglie). — **Sur le rôle des ondes continues Ψ en mécanique ondulatoire.**

SÉISMOLOGIE. — *E. Rothé, J. Lacoste* et *Mlle Y. Dammann* (prés. par M. Bigourdan). — **Tremblements de terre en France en 1926.**

Dans les quinze tremblements de terre bien caractérisés ressentis en France, les phénomènes les plus importants ont affecté l'Alsace et les côtes de la Manche, alors que les régions des Pyrénées et du Plateau central se sont montrés plus stables que les années précédentes.

SPECTROSCOPIE. — *Maurice Lambrey* (transm. par M. Ch. Fabry). — **Spectre d'absorption et d'émission de l'oxyde azotique dans l'ultraviolet.**

Le spectre observé par Azo apparaît sous un faible dispersion comme une série de doublets très étroits. Avec une plus grande dispersion, l'examen des deux pouvoirs doublets montre que chacune des composantes est en réalité double, que la structure est même plus complète et que chacune des composantes des doublets est une tête de bandes.

En excitant par décharge sans électrodes le gaz étudié qui s'illumine en mauve, on obtient un spectre d'émission qui comprend outre de nombreuses raies dans le visible et le début de l'ultra-violet, les deux premiers doublets d'absorption et toute une suite de doublets diffus formant série avec les précédents.

CHIMIE PHYSIQUE. — *René Dubrisay* et *Jean Bravard* (transm. par M. Henri Le Chatelier). — **Influence des matières adsorbantes sur les équilibres chimiques en solution.**

Certains états d'équilibre étant modifiés par l'addition de substances adsorbantes, les auteurs ont recherché si de semblables phénomènes se manifestaient dans l'action des sels ammoniacaux sur le carbonate de calcium.

Les résultats obtenus montrent que l'introduction de matières adsorbantes (kieselguhr, silice, kaolin) produit un déplacement d'équilibre qui, dans les cas étudiés a toujours été un accroissement important de la proportion de chaux solubilisée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Emile André* et *Mlle Th. François* (transm. par M. Ch. Moureu). — **Etude de l'alcool oléylique et de ses dérivés. Obtention de l'oléicérine, de l'élaïdicérine et de l'alcool stéarolylique.**

En partant de l'acide oléylique, les auteurs ont préparé l'éther diacétique qui, saponifié par la potasse alcoolique, a donné un trialcool, à la fois alcool primaire α glycol bisecondaire, qu'ils ont appelé oléicérine et qui est le normal-octodécane-triol, *trans*-1.9.10.

De même, l'alcool élaïdylique a fourni l'élaïdicérine ou normal-octodécane-triol, *cis*-1.9.10.

Quant à l'alcool stéarolylique, il a été obtenu en partant de l'acide stéarolique.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *J. Dugué* (transm. par M. Ch. Moureu). — **Modifications de méthodes et de traitements pouvant résulter de l'application de la théorie des antioxygènes.**

Les plantes gommifères élaborent en même temps que le latex, divers produits avides d'oxygène à la température ordinaire, dans une mesure égale à celle du caoutchouc. Pour ce dernier leur présence dans le réseau laticifère réalise des conditions de protection et de conservation cadrant avec la théorie générale de l'action antioxygène. Lors de la récolte, chaque goutte de latex qui s'échappe de l'incision emprisonne de l'air et en entraîne par dissolution et adsorption. Comme on ne peut recueillir le latex à l'abri de l'air, on devrait lui ajouter dès sa récolte de l'antioxygène, pour suppléer à l'insuffisance possible ou à la destruction partielle des antioxygènes naturels et éviter un contact prolongé avec l'air.

L'application de telles méthodes entraînerait des modifications dans le traitement industriel du caoutchouc.

AGRONOMIE. — *A. Lebediantzef* (prés. par M. A. Th. Schlœsing). — **Modifications de la solubilité de l'acide phosphorique et des propriétés biologiques du sol observées pendant la jachère préalablement séchée à l'air libre.**

Les chiffres qu'ont fournis les expériences montrent que la dessiccation du sol a produit une action prolongée sur l'acide phosphorique et sur la quantité de bactéries, quand ce sol, après avoir été séché, a été laissé en jachère avec une humidité voisine de 30 p. 100 et à la température ordinaire. La quantité d'acide phosphorique soluble dans l'eau, qui s'accroît brusquement sous l'action du séchage, est redevenue au bout de 25 jours, égale à la quantité contenue dans la terre non séchée et n'a plus augmenté dans la suite au cours de la jachère. Mais l'acide phosphorique soluble dans l'acide acétique et dans l'acide oxalique a manifesté un accroissement notable dans le sol séché pendant bien plus longtemps. Le nombre des bactéries, qui d'abord diminue sous l'action du séchage, est resté plus faible durant les 2 ou 3 mois de jachères qui ont suivi.

L. Franchet.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Charles Nicolle* et *Charles Anderson.* — **Transmission du spirochète de la musaraigne par *Ornithodorus moubata* et mécanisme de la transmission des spirochètes récurrents par les tiques.**

L'*Ornithodorus moubata* transmet le spirochète de la musaraigne; les nymphes le transmettent par leurs piqûres, que l'infection, chez elles, soit héréditaire ou expérimentale. Les ornithodores peuvent être infectés à l'état adulte, mais, dans ce cas, ils sont incapables de transmettre le virus par leurs piqûres.

GÉOLOGIE. — *R. Abrard, L. Joleaud* et *Paul Lemoine.* — **Sur les conditions de gisement du Montien du Port-Marly (Seine-et-Oise).**

Les travaux d'établissement d'une route dans le lotissement du « Parc des Lions » viennent de mettre à jour à nouveau un gisement de Montien qui se présente dans des conditions très spéciales, à l'ouest de la vallée de la Seine, sur le flanc droit du petit vallon où se trouve l'église du Port-Marly et face à elle.

Ce petit gisement, qui apparaît comme très localisé, se trouve nettement en contre-bas du sommet de la craie, anciennement exploitée et encore visible sous le taillis à une cinquantaine de mètres de distance dans le mamelon voisin où elle est couronnée d'argile plastique, sans interposition visible de calcaire montien. Ses sédiments sont adossés à la craie et se sont déposés dans une dépression préexistante de celle-ci.

BOTANIQUE. — *Henri Humbert* (prés. par M. H. Lecomte). — **Une Composée nouvelle remarquable au point de vue phylogénique, *Tisserantia africana*, gen. nov., sp. nov.**

La Composée dont il s'agit est une Hélianthée-Mélampodinée, *découverte dans l'Oubanghi par R. P. Tisserant.* Elle se place au voisinage immédiat de plusieurs genres américains, dont elle est bien plus proche que des Hélianthées africaines connues jusqu'ici. Son influence est un épi de petites cymes bipares.

L'existence, au centre de l'Afrique, d'un genre dont les plus proches alliés sont tous américains, amène à le considérer comme descendant d'une très vieille lignée, qui remonterait à l'époque des connexions africano-brésiliennes : il paraît bien avoir hérité de lointains ancêtres les caractères archaïques signalés dans cette Note.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Edouard Chatton* et *Mme H Chatton* (trans. par M. F. Mesnil). — **Sur les conditions nécessaires pour déterminer expérimentalement la conjugaison de l'Infusoire *Glaucoma scintillans*.**

En l'état actuel de leurs recherches sur le déterminisme de la conjugaison expérimentale du *G. scintillans*, les auteurs peuvent reconnaître quatre conditions de cette conjugaison : 1° trois conditions générales dont deux biologiques : la crise culturale et le délai zygogène (temps nécessaire à la flexion sexuelle) et une physique : un pH inférieur à 8; 2° une condition spéciale : nature de l'agent zygogène.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *F. Vlès* et *A. de Coulon* (prés. par M. Henneguy). — **Sur les modifications expérimentales de l'indice de réceptivité des Souris pour les greffes de tumeurs.**

Il faut avant tout noter la longueur de la répercussion des lésions expérimentales, dont quelques-unes subsistent effectivement après des temps de l'ordre de 90 jours. La lenteur avec laquelle l'organisme se débarrasse de cette empreinte est à comparer, toutes choses égales d'ailleurs, à l'intervalle pendant lequel il reste soumis à une sensibilisation anaphylactique, ou à certaines immunisations. L'équilibre rompu est extrêmement lent à se rétablir.

Il n'y a aucune espèce de spécificité chimique apparente dans l'activité des corps étudiés jusqu'à présent, aussi bien au point de vue de l'intensité de leurs actions que du type d'évolution qu'ils imposent.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *George F. Jaubert* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Sur l'origine de la couleur jaune de la cire des abeilles.**

L'auteur mentionne que MM. Rivière et Bailhache ont constaté la présence dans la propolis de dérivés de la flavone, notamment la tectochrysine (méthyldioxyflavone) qui existe en très petite quantité dans les bourgeons de peuplier, à côté de grandes quantités de produit non méthylé.

Comme l'ont fait ces deux observateurs, M. Jaubert a constaté aussi que le point de fusion de la chrysine donné par Picard à +275°C., est inexact. La 1.3 dioxyflavone fond à 285°C.

MICROBIOLOGIE. — *Weinberg* et *J. Barotte* (prés. par M. Roux). — **Recherches sur les sérums antitoxiques et antimicrobiens.**

En réfléchissant sur le mécanisme de l'action des éléments non figurés d'une culture de *B. perfringens* sur l'agglutination microbienne, les auteurs ont été amenés à l'hypothèse suivate. Lorsqu'on fait agir un sérum *anti-perfringens* sur la culture diluée, on met en œuvre non seulement les agglutinines, mais aussi les précipitines et c'est probablement l'action conjuguée de ces deux anticorps qui renforce et multiplie de façon considérable l'effet de leurs différentes propriétés spécifiques. Il s'agirait du phénomène de *synergie des anticorps.*

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Emile Haug est mort subitement le 28 août. Il était né à Drusenheim (Bas-Rhin), le 19 juin 1861. L'Académie l'avait élu dans la Section de Minéralogie, le 19 mars 1917, en remplacement de M. A. Lacroix, nommé Secrétaire perpétuel. Il occupait, à la Sorbonne la chaire de Géologie et avait été Président de la Société Géologique de France.

M. Emile Haug laisse de nombreux travaux parmi lesquels un *Traité de Géologie* qui fait, et fera longtemps encore, autorité.

L'Académie était représentée par M. de Margerie aux obsèques de l'éminent savant.

Union géodésique et géophysique. — La troisième Assemblée générale de l'Union géodésique et géophysique se tiendra à Prague ce mois-ci. La France sera représentée par MM. Deslandres, Bigourdan, Lallemand, Bourgeois, Brillouin, Ferrié, Fichot, Perrier, Helbronner, Membres de l'Institut; Mathias, Correspondant de l'Institut; Delcambre, Genthial, Hubert, Labrouste, Maurain, Noirel, Rabot, Rothé, Roussilhe, Roule, Vignal, Viviez, Watier et Wehrlé.

Conférence internationale de Chimie. — La 8e Conférence internationale de Chimie s'ouvrira ce mois-ci à Varsovie. Dix-huit Etats, avec 124 délégués seront représentés à la Conférence.

Exposition d'appareils d'Electricité et de T.S.F. — A l'occasion du Centenaire de Marcellin Berthelot, le Radio-Club-Forézien et la Chambre syndicale d'Electricité de Saint-Etienne organisent une Exposition d'appareils d'Electricité qui comprendra une importante section réservée à l'Electro-chimie et à la Physique.

Les Groupes suivants sont prévus :

1° Matériel et accessoires pour l'industrie chimique et électrochimique.

2° Appareils de physique matériel d'électricité médicale, de laboratoire, de photographie, de radiographie, instruments d'optique et de mesures de températures, machines électrostatiques, machines d'essais, appareils de contrôle, appareils producteurs d'ozone, de rayons ultraviolets, etc...

3° Produits chimiques et électrochimiques, matières plastiques, isolants, produits d'électrolyse et de galvanoplastie, huiles pour transformateurs. Cynamide et engrais azotés.

4° Ouvrages et publications scientifiques.

Cette Exposition aura lieu du 6 au 13 novembre 1927 à Saint-Etienne.

Pour tous renseignements s'adresser au Président de l'Exposition d'Applications modernes d'électricité et de T.S.F., 6, rue Faure-Belon. Saint-Etienne (Loire). F. L.

Vie scientifique universitaire

Ecole nationale supérieure des Mines. — Le diplôme d'Ingénieur civil des Mines a été accordé à 48 élèves titulaires français et 7 élèves titulaires étrangers.

Ecole centrale des Arts et Manufactures. — M. Eydoux, Professeur d'applications de l'hydraulique et M. Pascal, Professeur de Chimie générale minérale et analyse minérale ont été nommés Membres du Conseil de l'Ecole.

Université de Toulouse. — *Faculté des Sciences.* — M. Sourisseau, Maître de Conférences de Mécanique agricole et nommé Professeur de Mécanique agricole et Génie rural (Chaire nouvelle).

Université de Montpellier. — *Faculté des Sciences.* — M. Reboul, Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Poitiers, est nommé en la même qualité à la Faculté des Sciences de Montpellier, en remplacement de M. Beaulars de Lenaizan.

M. Pavillard, Professeur de cryptogamie et de cytologie végétale est nommé Professeur de Botanique en remplacement de M. Flahault.

— *Faculté de Médecine.* — M. Delmas, est nommé Professeur d'Anatomie, en remplacement de M. Gilis.

M. Villard est nommé Professeur de Clinique ophtalmologique en remplacement de M. Truc.

Université de Bordeaux. — *Faculté des Sciences.* — M. Mercier, Maître de Conférences de Physique est nommé Professeur de Physique (Chaire de Physique industrielle, transformée).

M. Mengaud, Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Dijon est nommé en la même qualité à la Faculté des Sciences de Bordeaux, en remplacement de M. Fallot.

Université de Lyon. — *Faculté des Sciences.* — MM. Roman, Dejardin et Douin, Maîtres de Conférences, sont nommés Professeurs sans chaire.

— *Facultés mixte de Médecine et de Pharmacie.* — M. Paviot, Professeur d'Anatomie pathologique est nommé Professeur de Clinique médicale, en remplacement de M. Bard.

M. Callet, Professeur de Pathologie interne est nommé Professeur de Clinique oto-rhino-laryngologique, en remplacement de M. Lannois.

Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Limoges. — Un concours pour l'emploi de Chef de Travaux d'Anatomie s'ouvrira au siège de la dite Ecole le mercredi 30 novembre 1927.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Institut national agronomique. — Quatre-vingt neuf élèves ont obtenus le diplôme d'Ingénieur agronome à la suite des examens de sortie passés en juillet 1927.

— Deux concours sur titres seront ouverts à l'Institut : 1° le 8 octobre, à 9 h. 30, pour la nomination d'un Professeur de Chimie agricole; 2° le 10 octobre à 9 h. pour la nomination d'un Chef de Travaux de Technologie agricole.

Ecole nationale d'Horticulture de Versailles. — Seront ouverts, à l'Institut national Agronomique, 16, rue Claude-Bernard, à Paris, deux concours pour la nomination à l'Ecole nationale d'Horticulture de Versailles :

1° Le mercredi 5 octobre 1927, à 9 heures : d'un Professeur de Floriculture de plein air et de serre;

2° Le jeudi 6 octobre 1927 à 9 heures : d'un Professeur de Cultures méridionales et coloniales.

Peuvent seuls être autorisés à prendre part au premier concours les anciens élèves diplômés de l'école nationale d'horticulture (loi du 17 juillet 1927, art. 2, § 2).

Les candidats devront adresser leur demande d'inscription au Ministère de l'Agriculture, dix jours au moins avant l'ouverture du concours : ils pourront se procurer à la Direction de l'Agriculture — 1er bureau — une notice détaillée sur les conditions des concours et sur le programme d'enseignement des chaires de floriculture et des cultures méridionales et coloniales.

— Un concours sera ouvert, le lundi 10 octobre 1927, à huit heures du matin, au siège de l'Ecole Nationale d'Horticulture, à Versailles, pour l'admission de nouveaux élèves à cet établissement.

Les demandes d'inscription, établies sur papier timbré et accompagnées du dossier réglementaire, devront parvenir au Ministère de l'Agriculture (Direction de l'Agriculture, 1er bureau), avant le 20 septembre 1927.

Les candidats demandant une bourse devront joindre à leur dossier un extrait du rôle des contributions et une feuille de renseignements sur les charges de famille.

Un droit d'inscription de 25 fr. sera exigé des candidats. Il devra être versé au moment de l'inscription entre les mains de l'agent comptable de l'Ecole Nationale d'Horticulture de Versailles. Ce droit ne sera pas remboursé, même en cas d'échec ou d'absence.

Ecoles nationales d'Agriculture. — Ont obtenu le diplôme d'Ingénieur agricole à la suite des examens de sortie passés en juillet 1927 :

Ecole de Grignon : Cinquante-huit élèves français. Six élèves libres ont reçu le Certificat d'élève étranger.

Ecole de Montpellier : Trente et un élèves français. Sept élèves libres ont reçu le Certificat d'élève étranger.

Ecole de Rennes : Quarante-trois élèves français. Quatre élèves libres ont reçu le Certificat d'élève étranger.

Ecole nationale d'Agriculture de Rennes. — Un concours sera ouvert le 12 décembre 1927, à 8 heures, à l'Institut national Agronomique pour la nomination d'un Professeur de Physique et de Géologie à l'Ecole d'Agriculture de Rennes.

Le programme sera envoyé sur demande adressée au Ministère de l'Agriculture (Direction de l'Agriculture, 1er Bureau) où les candidats devront faire parvenir leur demande d'inscription et leur dossier quinze jours au moins avant l'ouverture du concours. L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Dynamique des solides tournants. Phénomènes gyroscopiques. Théorie élémentaire et applications, par A. Boulanger, avec des Notes par Th. Got. Préface de G. Kœnigs. In-8° de VI-179 pages avec 91 figures et 7 planches. Paris, Gauthier-Villars, 1926.

L'étude des effets gyroscopiques constitue un des chapitres essentiels de la dynamique rationnelle; ses applications sont aussi nombreuses qu'importantes. La toupie, le diabolo, le bilboquet en fournissent des exemples familiers; la direction des torpilles, la stabilisation des navires, des aéroplanes montrent de la manière la plus convaincante que les paradoxes d'une discussion analytique ne sont pas toujours simples fantaisies des mathématiciens; les diverses réalisations du gyroscope de Foucault, et, en particulier son application à la direction des navires, fournissent peut-être la confirmation la plus saisissante des principes de la Mécanique.

Dans ses leçons du Conservatoire, M. Boulanger ne pouvait développer dans toute son étendue et sa rigueur une théorie mathématique complète du gyroscope; pouvait-il même en faire entrevoir les grandes lignes à un auditoire peu familier avec la pratique des équations différentielles? Problème difficile, qui réclamait autant de finesse que d'esprit critique; le regretté géomètre l'a résolu excellemment; son exposé très vivant, très réaliste se recommande à tous les lecteurs, quelles que soient leurs tendances, théoriques ou pratiques. L'ouvrage renferme de nombreuses descriptions d'appareils, accompagnées de figures et de schémas nets et précis il se termine par deux Notes de M. Got, sur des applications récentes du gyroscope.

René Garnier.

An elementary treatise on the dynamics of a particle and of rigid bodies, Solutions of the examples in this treatise, par S. L. Loney, professeur au Royal Holloway Collège. 2 vol. de 400 et 240 pages. Cambridge University Press, 1926-27. — Prix : 14 sh. et 17 sh.

Comme son titre l'indique, cet ouvrage a pour objet un exposé d'initiation, à l'usage des futurs ingénieurs et des étudiants en mathématiques appliquées. Il ne suppose connus que les éléments du calcul infinitésimal, à l'exclusion de toute théorie générale sur les équations différentielles. En outre, en Dynamique des solides, l'auteur s'est occupé principalement du mouvement à deux dimensions et s'il traite finalement du mouvement d'un solide pesant de révolution autour d'un point fixe, est-ce surtout pour attester la fécondité des équations de Lagrange, auxquelles il accorde, avec juste raison à côté des théorèmes généraux une place importante.

Le sujet ainsi délimité est développé avec une abondance d'exemples des plus instructifs. Les solutions de quelques-uns d'entre eux figurent déjà à côté des énoncés correspondants, dans le premier volume, à seule fin de rapprocher les théories de leurs applications; les autres exercices (au nombre de 600, au bas mot) sont résolus dans le second volume, qui constitue pour l'étudiant comme pour le maître, un répertoire précieux. Dans ce choix, apte à donner au lecteur des idées très variées, l'auteur a fait place aux problèmes de petites oscillations, à des questions sur le mouvement commençant, sur la tendance à la rupture, sur les percussions, sur le frottement, etc...

G. Bouligand.

La recherche des constantes harmoniques, la prédiction de la marée et du courant et leur description à l'aide de ces constantes, par le contre-amiral Phaff (Publ. spéc. n° 12). — *Tables pour le calcul des marées par les constantes harmoniques* (Suppl. à la publ. spéc. n° 12). In-8 de 136 pages. Publications du Bureau hydrographique International. Monaco, 1926.

Le contre-amiral Phaff, directeur du Bureau hydrographique international, estime que les marées et les courants de marée ont très souvent un régime plus complexe que le régime diurne ou semi-diurne. Ce sont les marées et les courants mixtes. Leur prédiction n'est possible que par la connaissance des constantes harmoniques, et il faut une longue série d'observations pour arriver à la discrimination de ces constantes, même en s'en tenant aux principales. Le Bureau hydrographique publie les tables des constantes connues pour plus de 1.700 localités. Dans ces localités 4 ondes sont suffisamment déterminées, celles du mouvement diurne et semi-diurne. Le Bureau voudrait en déterminer, pour les marées mixtes, 6 autres pour lesquelles il n'a encore que des renseignements incomplets.

C. Vallaux.

Chimie biologique médicale, par E. Derrien, Professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier et G. Fontès, Chargé de cours à la Faculté de Médecine de Strasbourg. *Deuxième édition.* In-8° de 436 pages avec 45 figures. J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris.

La première édition de cet ouvrage avait été rédigée par le Professeur Ville en collaboration avec E. Derrien; publiée en juin 1914, c'est seulement après la guerre, en 1919, qu'elle se répandit dans les laboratoires où elle trouva un accueil si favorable qu'en deux ans elle fut épuisée. Le Professeur Ville étant décédé en 1915, le Professeur Derrier et M.-E. Fontès ont entrepris de rédiger une nouvelle édition conçue dans le même esprit que la première, mais notablement remaniée et mise au courant de toutes les récentes acquisitions de la science biochimique.

Cette seconde édition est assurée d'un succès au moins égal à celui de la précédente; je ne saurais trop la recommander aux étudiants, aux praticiens et aux jeunes chercheurs, car ils y trouveront toutes les notions théoriques, toutes les indications pratiques qui pourront leur être utiles au cours de leurs études et de leur pratique professionnelle. Les débutants ne seront d'ailleurs pas les seuls à qui cet excellent ouvrage rendra de grands services; les biochimistes plus expérimentés le consulteront également avec profit, ne serait-ce que pour s'y documenter plus complètement sur les méthodes de recherches et les procédés analytiques, à la fois si simples et si précis, que MM. Ville, Derrien et Fontès ont imaginé ou mis au point. A. Berthelot.

Considérations sur les rapports présumés entre le cancer et la race d'après l'étude des statistiques anthropologiques et médicales de quelques pays d'Europe, par Alfredo Niceforo et Eugène Pittard. *Société des Nations. Organisation d'Hygiène. Commission du Cancer.* Genève 1926. C. H. 492.

A défaut de pouvoir jamais, et pour des raisons d'ordre purement logique dont l'exposé ne serait point à sa place ici, empêcher définitivement les nations de se faire la guerre, la Société de Genève peut au moins rendre à l'humanité d'inestimables services en présidant à la coordination des efforts qu'exige la lutte contre certains fléaux qui menacent également tous les peuples. C'est même là, semble-t-il, sa véritable raison d'être et sa fonction.

Parmi les fléaux qui menacent également tous les peuples, le cancer doit être compté en toute première ligne. Et quand on considère tout ce qui jusqu'ici a été tenté contre lui, l'insignifiance des résultats de toutes ces tentatives, on se demande si, maintenant qu'il est anatomiquement suffisamment connu, que, d'autre part, les observations le concernant sont devenues innombrables, il ne conviendrait pas, pour résoudre le problème de son étiologie nécessairement à la base de celui de sa thérapeutique et des mesures préventives qu'il serait susceptible d'appeler, de faire subir à toutes les données que l'on possède une nouvelle élaboration. Celle-ci doit surtout se concevoir par un emploi judicieux des méthodes statistiques. Et parmi tous les facteurs dont peut dépendre le développement du cancer, il doit paraître logique de vouloir examiner le facteur *race* tout d'abord. C'est à ce premier et fondamental desideratum que répond le magnifique ouvrage de MM. Alf. Niceforo et Eug. Pittard publié sous les auspices de la Société des Nations.

Cet ouvrage est en réalité composé de deux mémoires distincts signés individuellement par chacun des deux collaborateurs; ceux-ci se sont bornés à rédiger ensemble deux courtes pages de conclusions communes.

Au début de son mémoire, M. Alf. Niceforo, après avoir précisé la position du problème, indique brièvement les méthodes suivant lesquelles on avait tenté de l'étudier jusqu'ici. Critiquant ces méthodes, il expose celle qu'il adoptera; mais pour ce faire, comme ses critiques sont plus encore d'ordre anthropologique que d'ordre statistique, il lui faut au préalable définir ce que l'on entend par *race* en anthropologie. A ce propos, le postcriptum du mémoire de M. Eug. Pittard complète heureusement les intéressants développements de M. Alf. Niceforo. M. Eug. Pittard demande que pour définir la race, et surtout lorsqu'il s'agit de faire servir cette notion à l'éclaircissement de problèmes du genre de celui qu'il traite, on ajoute aux caractères purement morphologiques extérieurs (forme du crâne, forme et couleur des cheveux, coloration de la peau et de l'iris, taille staturale, etc.), les caractères sérologiques du sang. Il faut, en effet, reconnaître que les premiers ne sont que des indices,alors que les seconds sont essentiels, si l'on peut dire, comme tout ce qui touche au chimisme intérieur. Mais l'auteur ne manque pas d'indiquer les conditions très précises dans lesquelles l'analyse sérologique doit intervenir, pour ne pas risquer d'embrouiller le problème au lieu d'en avancer la solution. L'ensemble des considérations générales que nous apportent MM. Niceforo et Pittard sur la race en anthropologie et sur la façon d'étudier ses rapports avec le cancer constituent certainement le guide le plus précieux que l'on puisse imaginer pour les observations futures. Et leur travail n'aurait-il que ce résultat qu'on peut déjà estimer qu'il a rendu un immense service.

Je ne suivrai pas les auteurs dans leurs développements analytiques sur les rapports du cancer et de la race dans les divers pays de l'Europe, me bornant à rappeler seulement leurs conclusions.

Après avoir noté combien le matériel documentaire susceptible d'être utilisé était insuffisant, ils indiquent la seule donnée qui leur paraît actuellement ressortir de leurs recherches : la race méditerranéenne (*Homo mediterraneus*) serait moins frappée par le cancer que la race alpine (*Homo alpinus*) et que la race dolichocéphale blonde (*Homo nordicus* ou *europaeus*).

Pour faible qu'il soit, ce résultat montre au moins qu'avec des matériaux moins imparfaits et la méthode rigoureuse employée pour les élaborer on eut pu parvenir à des conclusions plus importantes; et, comme les auteurs indiquent en même temps en quoi consiste précisément l'imperfection des documents actuellement utilisables, on peut espérer que, grâce à eux, la question des rapports du cancer et de la race est destinée à progresser rapidment.

Leur ouvrage peut aussi servir de modèle aux recherches que l'on devra nécessairement entreprendre dans l'avenir pour essayer de voir ce qui, dans l'étiologie du cancer, peut être rapporté aux diverses autres influences susceptibles d'être envisagées.

R. Anthony,
Professeur au Muséum.

Traité des variations du système artériel. II. *Variations des artères du membre supérieur*, par le Dr L. Dubreuil-Chambardel; préface du Professeur Anthony. In-8° de 256 pages avec 162 figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 36 francs.

La description de l'homme moyen qui, d'ailleurs, est loin d'être complète, n'est qu'une partie de la morphologie humaine. Pour comprendre, en effet, l'anatomie normale, il faut s'aider de l'embryologie et de l'anatomie comparée et tenir compte des variations des différents organes. L'étude de celles-ci a été poursuivie en France surtout par l'Ecole anatomique de Tours sous l'influence première de Le Double et sous la direction actuelle du Dr Dubreuil-Chambardel.

Ce dernier a entrepris, entre autres études, un travail qu'on peut qualifier d'énorme, sans être taxé d'exagération : le Dr Dubreuil-Chambardel s'est proposé d'écrire un traité des variations du système artériel et l'on sait que ces variations sont les plus nombreuses et les plus complexes de l'organisme humain. En 1925 a paru le tome relatif aux variations des artères du pelvis et du membre inférieur, aujourd'hui l'auteur nous donne celui qui traite des variations des artères du membre supérieur.

Les faits sur lesquels repose cette étude sont extrêmement nombreux, ils ont pour la plupart été recueillis par M. Dubreuil-Chambardel et par ses élèves; les descriptions claires et précises sont accompagnées de dessins dont quelques-uns manquent peut-être de cachet esthétique, mais qui sont tous des documents précieux. De plus, nous n'avons pas ici, comme pour un précédent ouvrage du même auteur, à déplorer l'absence de bibliographie; toutes les références sont données.

Il est inutile d'insister sur l'importance d'un tel travail pour les médecins et surtout pour les chirurgiens. Il est, de plus, une étape nécessaire de l'établissement d'une philosophie anatomique pour employer un vieux terme bien exact. Le Dr Dubreuil-Chambardel amorce déjà d'ailleurs, dans ce tome, quelques conclusions générales.

F. C.

Faune cavernicole de la France, par le Dr René JEANNET, professeur à la Faculté des Sciences de Cluj (Roumanie). In-8° de 334 pages avec 15 planches et 74 figures. *Encyclopédie entomologique*. Paul Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 75 francs.

Cet important ouvrage n'est pas, comme on pourrait le croire, consacré à l'étude systématique de tous les animaux qui peuplent les cavernes d'Europe; l'auteur a traité son sujet d'un point de vue beaucoup plus élevé. Il l'a envisagé uniquement au point de vue écologique et il s'est efforcé de préciser pour chaque espèce ses conditions d'existence dans les cavernes.

La première partie de son travail est consacrée à des généralités qui intéresseront vivement tous les biologistes. Le premier chapitre traite du domaine souterrain et des conditions dans lesquelles y vivent les animaux qui y sont adaptés, tandis que dans le second est étudiée la faune de la zone éclairée . La faune de la zone obscure — chauve-souris et espèces qui vivent sur le guano de celles-ci — est le sujet du troisième chapitre, alors que le quatrième a été réservé aux autres espèces de la même zone. Enfin dans le cinquième chapitre, à la suite d'une courte étude des variations dans la composition de la faune souterraine (variations suivant la situation géographique et variations saisonnières) l'auteur a donné une classification écologique des grottes.

La seconde partie de l'ouvrage, qui ne comporte pas moins de 228 pages, rendra de grands services aux spécialistes, est constitué par une liste des Invertébrés cavernicoles de la France et des régions limitrophes. Pour chaque espèce on y trouve l'indication des grottes où elle a été trouvée et des conditions particulières de son existence; enfin, pour un grand nombre d'espèces figure également un renvoi à la description donnée dans un des fascicules des *Biospeologica*, l'important recueil dans lequel, depuis vingt ans, les deux éminents spéologues que sont l'auteur et E. G. Racovitza publient les résultats de leurs recherches et de leurs explorations. Il n'est pas inutile de rappeler que ces deux savants ont visité et étudié avec leurs collaborateurs un millier de grottes dont plus de 500 en France; les matériaux qu'ils ont ainsi réunis ont été examinés par des spécialistes qui leur ont consacré cinquante-trois mémoires. S'il est vrai que tous les groupes zoologiques n'ont pas été étudiés avec les mêmes développements, il n'en reste pas moins acquis un ensemble de données tel que la Faune cavernicole de France est actuellement la mieux connue de toutes, et cela grâce aux effets persévérants de l'auteur et de M. Racovitza.

L'excellent ouvrage que nous venons d'analyser sommairement, fort bien illustré et très riche en indications bibliographiques, sera certainement accueilli avec gratitude par tous ceux qui s'intéressent à la biologie des cavernes; aussi bien par les débutants dans les études spéologiques, qui trouveront en lui le meilleur des initiateurs, que par les spécialistes, pour qui il constituera un guide indispensable à la préparation de leurs explorations et à l'étude de leurs récoltes. A. B.

Die naturlichen Pflanzenfamilien. *Deuxième édition* publiée sous la direction de A. ENGLER. Tome 8 : Lichens, par A. FÜNFSTÜCK et A. ZAHLBRUCKNER. In-8° de 270 pages avec 545 figures. Wilhelm Engelmann, éditeur Leipzig. — Prix : 23 Marks-or.

Ce nouveau volume de la deuxième édition des « Pflanzenfamilien » renferme tout ce qui concerne les lichens, Une première partie rédigée par M. Fünfstück est consacrée aux généralités sur la morphologie, l'anatomie, la physiologie, la distribution géographique et la paléontologie. Tout le reste de l'ouvrage, écrit par A. Zahlbrückner, traite de la systématique des deux sous-classes que forment les Ascolichens et les Hyménolichens, la première comprenant presque tous les Lichens, la seconde réduit à un petit nombre d'espèces. Une bibliographie très complète contribue à rendre ce volume absolument indispensable à tous les botanistes qui s'occupent spécialement de ces curieux végétaux, si intéressants au point de vue biologique.

A. B.

Monocotyledons. A morphological study, par M. Agnès ARBER. In-8° de 258 pages avec 160 figures et planches en noir. Cambridge University Press, Fetter Lane, London E.C. 4. — Prix : 21 sh.

Tous les botanistes, professeurs ou chercheurs, qui s'intéressent particulièrement à la grande classe des Monocotylédones consulteront avec intérêt cette excellente monographie parfaitement au courant des travaux modernes importants. Elle rendra surtout service aux maîtres et aux élèves de l'Enseignement supérieur, non seulement par l'abondance des détails qu'ils y trouveront relativement à l'anatomie des monocotylédones, mais aussi par la richesse de son illustration et le grand nombre des indications bibliographiques qu'ils pourront y puiser.

Sa valeur scientifique, son importance didactique lui méritaient vraiment de prendre place dans cette belle collection des « Cambridge Botanical Handbooks » dont nous avons eu maintes fois l'occasion de vanter les mérites à nos lecteurs. Il est à peine besoin d'ajouter que ce volume est édité avec le même soin, nous pouvons dire le même luxe, que les ouvrages précédents sur les lichens, les champignons et les fougères.

A. BERTHELOT.

Nouvelle série de fiches en couleurs, éditée par le Comité Interministériel des plantes médicinales et à essences, en vente à l'Office National des Matières premières, 12, avenue du Maine, Paris. — Prix : 1 fr. 25 la série de 8 fiches.

Cette publication dont on connaît la valeur artistique et scientifique aussi bien que la grande portée pratique vient de s'enrichir d'une nouvelle collection de 8 fiches, comprenant : *Tilleul*, *Eucalyptus*, *Sabine*, *Romarin*, *Souci*, *Camomille*, *Pensée sauvage* et *Morelle noire*.

Le succès avec lequel ont été accueillies les séries précédentes, est le plus sûr garant de l'intérêt qu'elles suscitent et qui ne fait que croître.

A la portée de tous par leur prix très modique, ces fiches présentent au recto une image coloriée de la plante et au verso un texte suffisamment détaillé rappelant les caractères botaniques de l'espèce représentée, le mode de récolte, la préparation pour la vente et les usages.

Récolteurs ou cultivateurs des plantes médicinales et à essences, écoliers, étudiants et tous ceux que la botanique intéresse, voudront continuer la collection qu'ils possèdent déjà, ou acquérir en totalité cette publication bien française. S. R.

Les lois de l'écriture, par Solange PELLAT, Président de la Société technique des Experts en écritures. In-8°, avec de nombreux fac-similés d'écritures. Vuibert, éditeurs, Paris. — Prix : 10 francs.

Les graphologues ont jusqu'ici subordonné leurs observations sur les écritures à la détermination du caractère des individus. Ils ont agi en hommes d'art plus qu'en gens de science. Au-dessus de leurs études se place un ordre de recherches qui consiste à scruter les phénomènes gra-

phiques en eux-mêmes et indépendamment de toute question d'application pratique. C'est le travail qu'a entrepris l'auteur et il l'a conduit à la découverte d'un certain nombre de lois naturelles, qui expliquent les manifestations sur lesquelles s'appuient d'une façon empirique les graphologues.

Il expose l'ensemble de ces lois et revendique pour elles le droit de cité dans la science ; il n'y a pas lieu de s'étonner qu'elles existent, elles ne sont pas certes, ce que la nature nous offre de plus prodigieux, mais douter de leur réalité sous prétexte qu'il est possible de modifier son écriture serait tout à fait illogique. S. R

Les Maîtres de la Pensée moderne. Bergson, par Jacques CHEVALIER, professeur à l'Université de Grenoble. In-16 de XII-317 pages. Plon, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

Il ne s'agit pas d'un simple cours à l'usage des étudiants, ni d'un exposé élégant à l'usage des gens du monde. Certes les doctrines bergsoniennes sont expliquées et synthétisées d'une manière fidèle, solide et claire, et on ne saurait souhaiter de meilleur guide pour s'initier à cette pensée fluide et souvent insaisissable. Mais M. Chevalier ne s'est pas proposé seulement de la capter et de la distribuer à ses lecteurs, il s'y est retrempé, il est remonté à ses sources, il l'a vécue et revécue pour nous se conformant ainsi à la méthode même du Maître. Aussi nous donne-t-il une œuvre vibrante, animée d'un bout à l'autre d'un souffle de flamme. Peut-être lui chicanera-t-on quelques détails; peut-être son bergsonisme apparaîtra-t-il un peu plus rationaliste qu'on ne le suppose d'ordinaire. En tout cas le Bergson qu'il nous présente, réaliste avant tout, proche parent de Descartes, de Pascal, de Maine, de Biran, est bien français, et son œuvre est de celles qu'aura le plus grand profit à méditer quiconque veut réfléchir sur les limites de la connaissance scientifique, quiconque veut travailler au maintien de l'ordre dans les esprits et dans les cœurs. R. TROUDE.

La philosophie de Charles Renouvier, par Gaston MILHAUD, professeur à la Sorbonne. In-8° de 161 pages. Librairie philosophique J. Vrin, 6, place de la Sorbonne. Paris. — Prix : 15 francs.

Il faut remercier l'éditeur d'avoir réuni en un volume le cours professé autrefois sur Renouvier à l'Université de Montpellier par le regretté Gaston Milhaud qui fut l'un des plus brillants représentants de la philosophie scientifique. Sa rare clarté d'esprit, son talent d'exposition, sa profonde connaissance des sciences le mettaient mieux à même que quiconque de nous aider à comprendre l'œuvre de Renouvier où la spéculation philosophique est toujours si fortement empreinte de l'esprit scientifique.

Renouvier compte parmi les plus puissants esprits qui aient représenté la philosophie française au XIX^e^ siècle. A la vérité, son œuvre n'est pas facilement accessible. Il puise l'essentiel de sa pensée aux sources d'une doctrine qui repose sur l'analyse délicate des conditions premières de la connaissance, de la croyance et de l'action. Par cette doctrine, Renouvier continue Kant. Il prolonge une tradition qui remonte au moins à Platon et qui trouve toute son ampleur chez les grands cartésiens du XVII^e^ siècle. Son néocriticisme apparaît comme le terme où devaient aboutir leurs efforts. Aussi ne peut-il être véritablement compris que par ceux qui ont une culture philosophique assez étendue. L'ouvrage de M. Gaston Milhaud sera un guide excellent pour ceux qui voudront pénétrer cette pensée si riche et si féconde. Les esprits scientifiques s'intéresseront tout particulièrement à la célèbre « loi du nombre » et aux vues véritablement prophétiques de Renouvier sur la discontinuité. A une époque où tant d'esprits éminents, savants ou philosophes, proclamaient la continuité de la matière, ce qui se dégage, pour Renouvier, de la vue générale du fond de la nature, c'est la grande loi du discontinu, de l'intermittence : le continu est une illusion des sens.

Par là, Renouvier apparaît comme un véritable précurseur annonçant le développement prodigieux qu'ont pris de nos jours, dans tous les domaines de la physique, les théories atomiques. A. Bc.

La constipation, par les D^rs^ Victor PAUCHET et H. GAEHLINGER. In-8° de 223 pages avec 19 figures. Gaston Doin et Cie, Editeurs, Paris. — Prix : 42 fr.

Cet intéressant ouvrage est le fruit de la collaboration d'un chirurgien bien connu pour ses travaux sur le traitement des affections du type digestif et d'un médecin de Châtel-Guyon. Il a été écrit à l'intention des praticiens, mais les esprits cultivés le liront également avec profit. Il renferme d'ailleurs un chapitre qui est vraiment d'intérêt général et dans lequel on trouve exposés tous les moyens hygiéniques qui permettent d'éviter la constipation simple.

Le traitement de diverses formes de constipation par les méthodes physiques, chimiques, organothérapiques et diététiques,la thérapeutique hydro-minérale et enfin la thérapeutique chirurgicale, dont il ne faut pas exagérer l'importance, mais qui rend des services incontestables dans certains cas de stase intestinale chronique, sont étudiés avec tous les développements désirables. Il n'est pas un médecin qui ne lira avec profit le livre des D^rs^ Pauchet et Gachlinger et nous croyons vraiment pouvoir lui prédire un accueil tout particulièrement favorable à la fois chez les praticiens, les spécialistes, les chirurgiens et les hydrothérapeutes. Toutefois, en ce qui concerne le traitement des colitiques par les auto-vaccins et les comprimés de ferments lactiques, je suis en désaccord complet avec les auteurs. Je suis un des premiers à avoir montré que certaines entérites chroniques peuvent être améliorées par la vaccinothérapie, mais je persiste à croire que le choix des germes destinés à la préparation des vaccins doit avoir des bases plus rationnelles que celles indiquées dans ce livre; d'autre part, il est bon de répéter qu'à deux reprises, Metchnikoff a protesté sur l'abus qu'on faisait de ses idées et formellement déconseillé l'emploi des ferments lactiques desséchés. Ainsi que Dominique Bertrand et moi-même l'avons établi il n'y a que les ferments lactiques frais qui permettent d'obtenir, et seulement dans certaines conditions, de bons effets thérapeutiques.

La Tourbe, par Georges NÈGRE, ingénieur-directeur d'exploitations minières. In-8° de 240 pages avec 11 figures et 17 planches. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

Ce livre de vulgarisation a pour but d'encourager, en France, l'exploitation de la tourbe et son utilisation, notamment sa carbonisation en vase clos. L'auteur étudie successivement : la formation des tourbières, les gisements français, les recherches, les sondages, les procédés d'exploitation et la législation. Un dernier chapitre, un peu trop court, nous montre comment le combustible et les sous-produits peuvent recevoir des applications les plus variées (agriculture, horticulture, papeterie, textiles, produits chimiques et médecine). Nous souhaitons que ce livre puisse aider les propriétaires de tourbières et les décider à entreprendre l'exploitation méthodique de leurs gisements. ED. M.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Imprimerie P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 18 — 65e ANNÉE — 24 SEPTEMBRE 1927

LA PISCICULTURE A MADAGASCAR

L'organisation de la pisciculture vraie est toute récente à Madagascar, mais comme il arrive souvent dans des pays neufs, où les innovations se heurtent à des difficultés diverses et sont entravées par des incidents imprévus, cette organisation a déjà une histoire. Les premiers résultats obtenus sont des plus encourageants, et dans cette voie — qui peut être considérablement élargie, étant donné les conditions particulières offertes par la Grande Ile — l'avenir apparaît très grand au point de vue économique.

Le moment est donc venu de rappeler les vicissitudes initiales, d'exposer les succès et d'envisager les espoirs.

Avant de s'orienter dans le sens où elle évolue aujourd'hui, la question de l'exploitation des eaux douces, à Madagascar, avait été étudiée sous un aspect assez particulier, celui de la rizipisciculture. On sait que depuis fort longtemps, les Japonais élèvent des carpes dans leurs rizières permanentes, et que cet élevage, et aussi celui d'autres poissons, tels que les Tanches, des Perches (comme le *Micropterus salmoides* Lac. ou Black-Bass), a pris une certaine extension dans les rizières italiennes, spécialement aménagées. Cette pratique de la rizipisciculture, le docteur Legendre s'est efforcé de montrer qu'elle était réalisable sur les Hauts Plateaux de Madagascar, où les rizières occupant plus de 500.000 hectares et dont la couche d'eau dépasse rarement 20 cm., constituent, selon l'expression de J. Legendre, avec la richesse de leur faunule, une « véritable forcerie à poissons (1) ».

Les poissons pouvant être « cultivés » en rizières sont au nombre de deux espèces : un cyprinidé, le *Carassius auratus* L., ou cyprin doré, introduit à Madagascar vers 1860, par Jean Laborde, pour le plaisir de la reine, et qui a envahi tous les cours d'eau et les marais de l'Emyrne, pénétrant du reste spontanément dans les rizières (2) ; un Cichlidé, le *Paratilapia polleni* Bleeker, ou Perche de la Grande Ile, répandu dans les fleuves, les étangs et les lacs. On peut compter aussi parmi les poissons de rizières un Gobiidé, l'*Eleotris Legendrei* Pellegrin, ou Goujon malgache.

La technique de la rizipicisculture à Madagascar a été indiquée par le Dr Legendre (3). Elle est des plus simples : des cyprins d'environ 8 cm., et sur le point de pondre (à raison de deux individus par mètre cube ou plus, s'ils sont au-dessous de cette taille), des Paratilapies ayant effectué leur ponte annuelle ou des individus de dix à douze mois (à raison de 300 adultes par hectare), sont déversés dans les rizières, à l'entrée de la saison des pluies, en

(1) Voir J. LEGENDRE : Rôle alimentaire et sanitaire du cyprin doré à Madagascar. *Rev. Hist. Nat. Appliquée*, mai 1924.

(2) En se répandant dans la nature, ce Poisson a perdu ses couleurs vives pour prendre une livrée plus terne.

(3) Dr J. LEGENDRE : Technique de la rizipisciculture. *Bull. Soc. Centr. Aquic.* avril-juin 1924.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs

octobre-novembre, lorsque l'eau va envahir le champ piétiné par les bœufs, dans la boue duquel les plantules de riz ont été repiquées. Après la récolte, avant l'assolement annuel, on se livre à la pêche des poissons ayant passé environ 6 mois dans les rizières. Les individus de trop petite taille pour être consommés sont conservés dans un réservoir jusqu'à la saison suivante. Le poids des Cyprins récoltés devrait être une quinzaine de fois supérieur à celui des Cyprins déversés et chaque Perche devrait, après ce séjour en rizières, avoir triplé son poids.

Au point de vue alimentaire, la rizipisciculture malgache ne peut être profitable qu'à l'indigène — et, du reste, il tire actuellement presque intégralement profit des adultes ou des

Fig. 227. — Station de pisciculture de Manjakatompo (Ankaratra); altitude 1940 mètres.
Cascade, réservoir et conduite amenant l'eau au laboratoire.

alevins qui fréquentent les champs de riz. En effet, les *Carassius*, « poissons du pauvre », ne sauraient apparaître que très exceptionnellement sur les tables européennes. Les *Eleotris* s'y voient plus souvent, pour y donner l'illusion de nos Goujons de France. Les *Paratilapia* sont beaucoup plus appréciés, mais surtout lorsqu'ils ont été pêchés dans les lacs, et même les étangs, et non lorsqu'on les a capturés dans les rizières où ils prennent un goût de vase et une chair molle. S'ils y vivent, du reste, indubitablement, ils m'ont cependant paru plus abondants, de taille plus forte et singulièrement plus à l'aise, dans les canaux d'irrigation plus profonds et dont l'eau est plus vive et plus libre.

Cette rizipisciculture qui pouvait être intéressante pour l'amélioration de l'alimentation indigène, était également à préconiser dans la défense contre les moustiques et partant la prophylaxie du paludisme (1). Elément efficace de lutte, mais qui pourrait laisser des désillusions si on en attendait trop. Le poisson rizicole, considéré jusqu'ici comme un poisson de choix pour la destruction des larves de Culicides à Madagascar est le *Carassius auratus*. Or, le poisson rouge en liberté paraît être omnivore, se nourrissant, sur le fond ou en pleine eau, de racines, de boue, de détritus divers. Il ne paraît devenir essentiellement carnivore que lorsqu'il évolue dans des récipients d'étendue restreinte (aquarium, tonneau recevant l'eau de pluie, vasques de fontaine), c'est-à-dire quand la nourriture, en dehors des larves de moustiques, se fait rare. Son action s'exerce plus utilement encore, comme l'a indiqué Percy Moore (2), et comme l'autres auteurs l'ont indiqué avant lui, pour les poissons culiciphages en général (W.-R. Mac Donald (3) et S.-F. Hildebrand (4), par exemple), lorsque les bassins où il vit sont maintenus propres, si la végétation n'y développe pas trop d'abris pour les larves, si les rives ou les bords de la pièce d'eau sont nets, ce qui n'est évidemment pas le cas des rizières.

Le jour où l'on voudra organiser, à Madagascar, la lutte contre les moustiques, il ne faudra pas oublier que la Grande Ile possède, outre les *Carassius auratus*, des Poissons qui

(1) Dr J. Legendre : L'Antipaludisme par la pisciculture. *Rev. Gén. Sc.*, 1921, nos 15-16.

(2) Percy Moore : Use of Fishes for control. of Mosquitoes in Northern fresh Waters of United States. *Bureau of Fish.* Doc., n° 923. Washington, 1922.

(3) *Journ. Med. a. Hyg.*, London, XIX, 1916.

(4) *U. S. Pub. Health Reports* XXXIV, 1919.

se placent en tête de liste des espèces culiciphages, déjà utilisées dans ce but aux Indes, en Malaisie, au Congo belge : ce sont les *Haplochilus*, dont on connaît actuellement trois espèces à Madagascar et que nous avons reconnus en grand nombre dans les ruisseaux et les mares stagnantes du pays Sakalave (Ambongo).

*
* *

Dans son désir d'organisation économique des eaux douces malgaches, le Dr Legendre avait songé à fournir à l'Européen des espèces à son goût. Il faut lui être reconnaissant d'avoir introduit à Madagascar la Carpe miroir (*Cyprinus speculatis* Lac.). Ces Carpes arrivèrent à Tananarive au nombre de huit, en avril 1914. Et, certes, elles devaient s'acclimater d'une façon parfaite à Madagascar et s'y montrer d'emblée résistantes pour qu'elles y aient prospéré malgré les à-coups d'une existence mouvementée (4).

Déversées dans les bassins d'expérience de la Station d'aquiculture d'Antanimena, on en transporta cinq individus, en juin 1915, dans une pièce d'eau de l'Institut Pasteur de la capitale malgache, où on les oublia. En décembre 1916, un pêcheur à la ligne y révèle l'existence de carpillons, et 47 descendants des reproducteurs importés sont à nouveau transférés aux jardins d'Antanimena où ils sont abandonnés lors de la suppression définitive de la station. Seuls, les gardiens malgaches et les voisins doivent savoir ce qu'ils sont devenus. Car, lorsque M. Louvel, Inspecteur des Eaux et Forêts, chef du Service forestier de Madagascar, entreprit, en 1921, l'élevage de la Carpe, c'est encore dans le bassin de l'Institut Pasteur qu'il dut prélever les 20 alevins qui allaient lui permettre ses essais.

M. Louvel avait choisi comme lieu d'expérience les abords de la station forestière d'Analamazaotra, sur le versant oriental de Madagascar (environ 800 m. d'altitude), près de la station de Périnet (chemin de fer Tananarive-côte Est). Dans des clairières de la forêt reconstituée, M. Louvel fit aménager, selon les principes de la technique piscicole, trois bassins d'alevinage de 2 à 3 ares chacun, alimentés par un ruisseau à débit continu. C'est là que les vingt alevins de Tananarive furent immergés, vers fin octobre 1922, après avoir reçu, pendant 20 mois des soins tout particuliers et une alimentation « forcée » en riz, maïs et manioc cuits.

Fig. 228. — Laboratoire de pisciculture de Manjakatompo. En arrière se trouve la cascade.

Quelques chiffres sont intéressants à citer à ce propos. Les alevins du bassin de l'Institut Pasteur mesuraient, en février 1921, une longueur de 12 à 14 cm. Après six mois du régime que nous venons d'indiquer, ils mesuraient de 20 à 24 cm. de longueur et pesaient de 150 à 350 grammes. A un an, leur poids atteignait de 800 à 900 gr., et enfin, en octobre 1922, au moment d'être immergés dans les frayères, ils mesuraient en moyenne 35 cm. de long et pesaient 1 kg. 500 (1).

La ponte eut lieu presque aussitôt, dans la première quinzaine de novembre, coïncidant avec le début de la saison chaude (2). L'incu-

(1) Dr J. Legendre : L'acclimatement de la Carpe Miroir à Madagascar. *Bull. Soc. Centr. Aquic.*, 1920, nos 4-6.

(1) Louvel : La Carpe à Madagascar. *Bull. Ec. Mad. et Dép.*, n° 2, 1923.

(2) En France, la Carpe pond vers la fin du printemps et le commencement de l'été. On sait que la période de ponte est directement influencée par la température, et selon la moyenne de cette température, avancée ou reculée. On verra plus loin que la ponte des Carpes introduites a été plus tardive en 1927 dans les lacs de la région d'Antsirabé qu'en 1922 dans les bassins d'Analamazaotra.

bation fut assez rapide et, moins de 15 jours après la ponte, les alevins, bien visibles, se groupaient autour du manioc cuit qui leur était donné comme nourriture. On peut estimer à 15.000 le nombre des alevins obtenus dans le premier essai. Plusieurs milliers ont été distribués en 1921 aux colons européens de la région. En moins de deux ans, M. Louvel avait introduit la Carpe, non seulement dans plusieurs régions des Hauts-Plateaux (Ambatolampy, Manjakandriana, Antsirabé, Betafo), mais aussi dans la région pré-côtière orientale (Anivorana) ; 600 alevins furent déversés dans le lac Alaotra. En 1924, M. Louvel pouvait être en mesure de fournir 50.000 « feuilles » provenant exclusivement de reproducteurs sélectionnés. Malheureusement, des orages d'une grande violence vinrent en 1924, bouleverser la station de pisciculture d'Analamazaotra, anéantissant complètement aussi, comme nous le verrons tout à l'heure, les résultats obtenus au prix d'efforts considérables, pour l'acclimatement et l'élevage de la Truite. Les digues des bassins à Carpes furent rompues, les reproducteurs sélectionnés emportés, des milliers d'alevins dispersés ou perdus. Les *Carassius*, dont les frayères avaient été épurées le plus complètement possible, se répandirent à nouveau (1).

Cependant, tout fut assez vite réparé. Les distributions d'alevins ne furent pas complètement interrompues ; il se produisit même, en 1926, un fait nouveau tout à fait intéressant. C'est que les indigènes qui, jusqu'alors, s'étaient désintéressés de la question des Carpes, demandèrent des cessions d'alevins. Alors que je visitais en juin 1926, la station de carpiculture d'Analamazaotra, 12.000 carpillons avaient été déjà distribués, dont la plupart à des propriétaires indigènes, et lorsque nous avons quitté Madagascar, en avril 1927, ce mouvement ne faisait que s'accentuer.

Mais, si les Carpes se maintenaient et se reproduisaient normalement dans les conditions, un peu spéciales, des bassins d'Analamazaotra, comment allaient-elles se comporter, abandonnées dans les étendues d'eaux naturelles? Il faut reconnaître que nous avons été tardivement renseignés avec précision, sur ce point capital. Mon enquête au lac Alaotra fut, à ce sujet, presque totalement négative ; les renseignements venant des colons ayant mis des Carpes dans les pièces d'eau de leurs concessions, me paraissaient insuffisamment probants, lorsque, vers le milieu de mars 1927, le bruit se répandit jusqu'à Tananarive, de pêches miraculeuses de Carpes faites par les indigènes du Vakinankaratra, dans les lacs de la région d'Antsirabé, notamment dans celui d'Andranobé. Ces Carpes étaient des individus adultes, des reproducteurs, venant de pondre ou en pleine période de ponte. En quelques jours, des centaines de Carpes avaient été consommées par les indigènes. Ces poissons firent leur apparition sur les marchés de Betafo et d'Antsirabé, où il furent payés jusqu'à 6 et 7 francs la livre. Pour qui connaît les aptitudes destructrices des Malgaches et leur

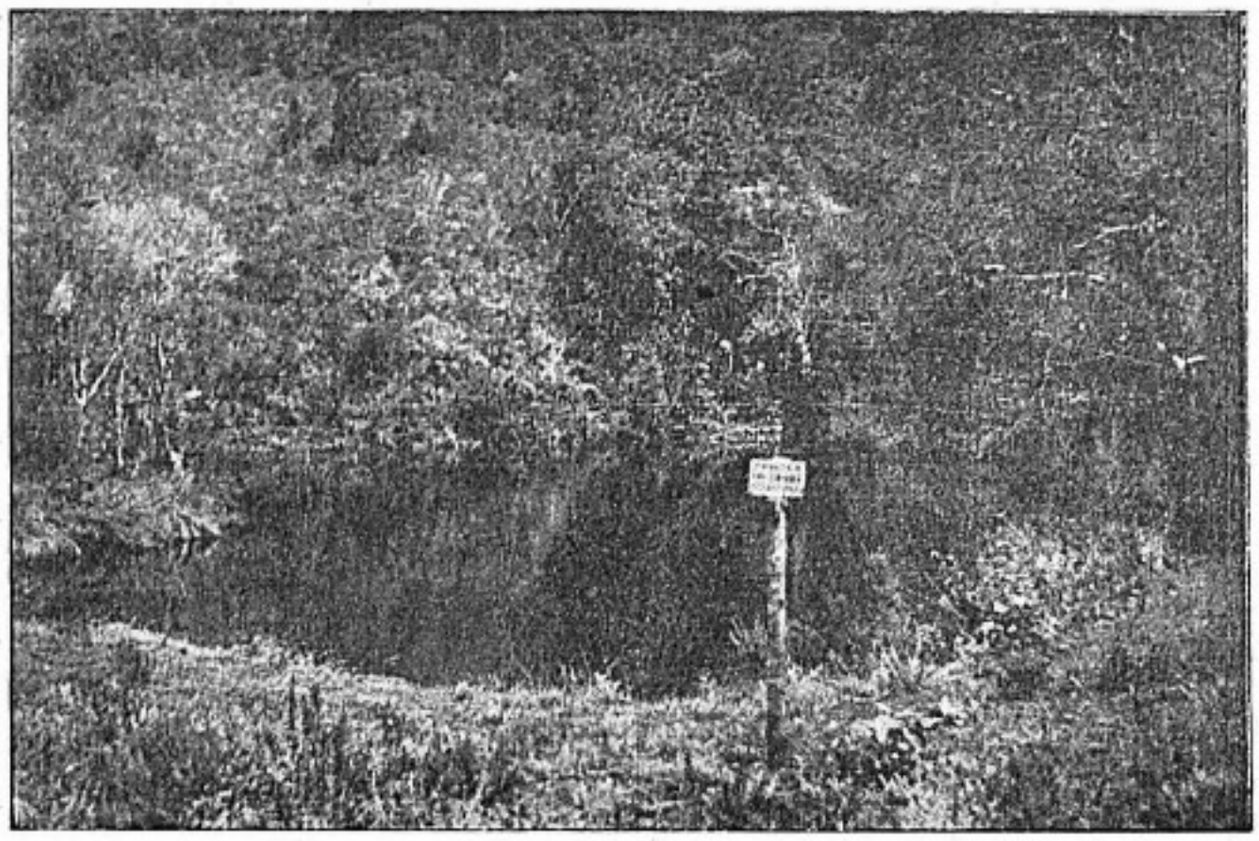


Fig. 229. — Manjakatompo. Bassin pour truites arc-en-ciel.

(1) Cette association des Carassius et des Carpes produit, comme en Europe, où il est connu sous le nom de Carreau, Carouche blanche, un hybride qui a quelquefois été décrit comme une espèce particulière. Voir à ce sujet L. Roule : Les Poissons des eaux douces de la France. *Les Presses Universitaires de France*, Paris.

goût particulier pour les alevins des poissons en général, on conçoit que des mesures de protection s'imposaient. Il faut remercier M. le Gouverneur Général Olivier de les avoir prises sans tarder (1). Espérons que les administrateurs des régions intéressées veilleront à ce que les termes de cet arrêté soient respectés à la lettre. Une négligence de leur part à ce point de vue serait impardonnable, n'ayant pas, cette fois, l'excuse, qui peut être invoquée pour les Aigrettes, par exemple, d'une surveillance impossible dans des régions très vastes et semi-désertes.

Les faits tout récents qui nous viennent du Vakinankaratra montrent que l'acclimatement de la Carpe à Madagascar est une réussite qui dépasse tous les espoirs. Demain, si l'on veut bien faire un effort continu pour discipliner les pêcheurs malgaches et réprimer leur vandalisme instinctif, la Carpe miroir se trouvera en abondance sur les marchés des villes de l'Emyrne, sur le marché de Tananarive, en particulier, pour le plus grand profit — et le plus grand plaisir — des Européens et des indigènes.

*
* *

Au moment même où il menait à bien ses premiers essais de carpiculture, M. Louvel se préoccupait d'organiser un laboratoire pour la pisciculture de la Truite arc-en-ciel (*Salmo iri-deus* Gibbons). La même région fut choisie par lui, c'est-à-dire la forêt d'Analamazaotra, mais dans une partie plus accidentée et plus touffue que la partie réservée à l'élevage des Carpes. Accolé au flanc d'un ravin encaissé, ombragé et frais, près de sources d'eau pure et courante, un petit bâtiment en planches fut édifié, muni d'une porte étroite, de deux petits volets à tiroir et d'un plancher à claire-voie (1). L'eau d'un ruisselet était amenée par un conduit en bois coupé d'une série de petites chutes artificielles de 60 cm. de hauteur, tandis que des caisses mobiles, munies d'une toile métallique fine, retenaient les impuretés et les matières organiques entraînées par le courant. A l'intérieur du petit laboratoire, des bambous creux assuraient aux incubateurs un débit égal de deux litres par minute. Ce débit fut augmenté après éclosion, au fur et à mesure des progrès des alevins, jusqu'à atteindre de 18 à 20 litres à la minute. La température de l'eau oscillait entre 14 et 16°.

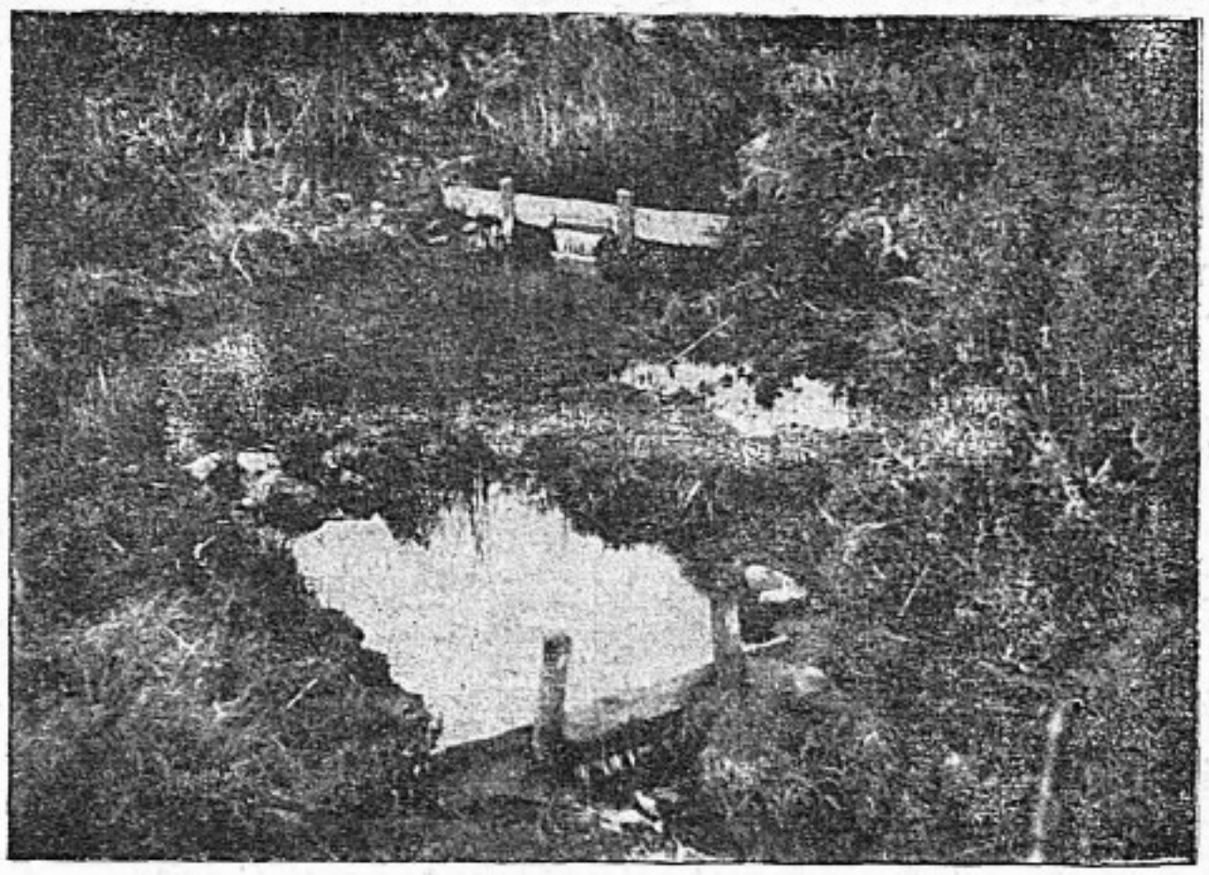


Fig. 230.
Station de pisciculture de Manjakatompo. Ruisseau aménagé pour les alevins de *Salmo trutta* L. et de *S. irideus* Gibb.

C'est M. Delpon, Ingénieur d'Agriculture coloniale, qui se chargea du transport des 10.000 œufs embryonnés provenant de reproducteurs sélectionnés de Vizilles (Isère), que M. Dagry lui confia. Ces œufs étaient placés dans une glacière très pratique, imaginée par M. Dagry lui-même (2). Après un voyage particulièrement long de Marseille à Tamatave (32 jours), et au cours duquel M. Delpon eut des difficultés pour se procurer, à bord, la glace nécessaire, 2.848

(1) En effet, le Journal Officiel de Madagascar et Dépendances du 9 avril 1927 publie un arrêté interdisant la pêche de la Carpe dans les lacs, étangs, rivières de la Colonie, du 15 octobre au 15 avril inclus. Pendant l'époque de la pêche la taille minima des Carpes pouvant être venducs est fixée à 18 centimètres.

(1) Voir Louvel : La Truite arc-en-ciel à Madagascar. *Bull. Econ. Mad. et Dép.*, 2e trimestre, 1922.

(2) Pour la description de cette glacière, voir Louvel (*loc. cit.*)

œufs parvinrent au laboratoire d'Analamazaotra. Ils furent mis en incubation le 10 avril. Dès le 14, M. Louvel constatait des éclosions isolées et et observait les déplacements des jeunes par mouvements saccadés. Le 18, l'éclosion était terminée. Il y eut le deuxième jour d'incubation un déchet de 250 œufs, à la suite d'une invasion de champignons saprophytes (des Saprolégniées, sans doute). Ce déchet s'accentua progressivement, jusqu'à atteindre 826 œufs le 5e jour, pour s'abaisser à 248 le 6e et à quatre le 9e. Finalement, sur les 2.848 œufs, 506 seulement, malgré toutes les précautions prises, parvinrent à l'éclosion.

Les alevins grandirent vite. Ils furent nourris artificiellement au moyen de rate de bœuf, un peu avant la résorption totale de leur vésicule vitelline. Les alevins éclos du 15 au 18 avril 1922 mesuraient, à deux mois, une longueur moyenne de 6 centimètres, et à trois mois, une longueur moyenne de 9 cm. C'est à cette époque de leur évolution, c'est-à-dire dans la deuxième quinzaine de juillet, que les truitelles élevées au laboratoire furent déversées dans un ruisseau de la forêt spécialement aménagé. Mais, à titre d'expérience, M. Louvel y avait déjà lancé un lot de 40 alevins dès la résorption de leur vésicules vitelline et il s'est trouvé que les plus belles Truites de six mois mesurant en moyenne 16 cm. de long, étaient celles qui avaient dû s'adapter d'emblée aux conditions naturelles et faire leur nourriture de la faunule du ruisseau malgache. Expérience, on le voit, couronnée de succès et du plus haut intérêt pour l'avenir de l'élevage des Truites à Madagascar.

Rien de plus pittoresque que ce ruisseau où furent cantonnées les premières Truites arc-en-ciel nées dans la Grande Ile, ruisseau dont l'eau bien aérée court sur un lit de sable et de blocs de roches, abritée sous la haute futaie et les magnifiques frondaisons des palmiers et des fougères arborescentes. En prévision d'une croissance rapide des Truites et, aussi, de la saison chaude, M. Louvel avait fait aménager un bassin artificiel alimenté par le ruisseau, ayant des profondeurs de deux mètres et où ses poissons auraient trouvé, pendant les mois d'hivernage, des couches plus fraîches. Il va sans dire que le ruisseau était fermé par une clôture grillagée en amont et en aval.

L'histoire de ce premier essai ne va pas plus loin. Les crues qui bouleversèrent la station de pisciculture anéantirent, comme nous l'indiquions tout à l'heure, l'œuvre patiente de M. Louvel. Après la tornade, pas une Truite ne fut retrouvée ni dans le ruisseau, ni dans le bassin artificiel du domaine qui leur avait été affecté.

Il eût été infiniment regrettable que des essais si intéressants et si prometteurs soient définitivement abandonnés. M. Louvel résolut de les reprendre en leur donnant plus d'ampleur. Réservant désormais la station d'Analamazaotra à la carpiculture, il chercha ailleurs un lieu plus favorable encore, par son altitude et la qualité des eaux, à la pisciculture de la Truite, et il décida d'introduire à Madagascar, non plus seulement, de nouveau, la Truite arc-en-ciel, mais la Truite commune (*Salmo trutta* L.), espèce moins rustique et à croissance plus lente que la précédente.

Le choix se porta, cette fois, sur les pentes orientales du massif de l'Ankaratra, s'élevant au milieu du plateau central Imerinien, dominé par le mont Tsiafajavona (2.644 m.), celui dont « le sommet est toujours couvert de nuées ». Lorsqu'on s'avance vers les flancs nus et les cimes arides de l'Ankaratra, en suivant une petite vallée où divague un cours d'eau, on est heureusement surpris de découvrir, soudain, un lambeau de forêt accroché à la montagne et plongeant dans un vallon.

La route carrossable aboutit à une maison confortable édifiée par les soins de M. Perrier de la Bâthie, et qui devait servir de station biologique d'où auraient été suivis des essais pratiques de restruction des pâturages de l'Ankaratra. Ces tentatives, éminemment intéressantes, ont été abandonnées pour des raisons, banales, à Madagascar, qu'il ne m'appartient pas d'exposer ici. La forêt miraculeusement sauvée du déboisement total de la région est considérée comme réserve forestière depuis 1913, et nous sommes certains que M. Louvel aura tous les appuis de M. le Gouverneur Général Olivier s'il était nécessaire de la défendre, à nouveau, contre les offensives directes ou indirectes de malgaches désireux d'y reprendre pied.

Le paysage reste fort joli, tout empreint de cette atmosphère si particulière au Vakinankaratra. On se laisserait volontiers aller à se croire dans quelque coin de France. Mais les gens qui sortent des maisons blanches, à étage, au toit de chaume, sont enveloppés du grand « lamba » traditionnel ; des troupeaux de zébus circulent, çà et là et les cases vides qu'on vous montre à peu de distance de la station ont été abandonnées par leurs propriétaires dès le début des essais de pisciculture de M. Louvel. Que pouvaient bien contenir, en effet, ces caisses hermétiques et mystérieuses, transportées si rapidement et entourées de tant de soins, sinon quelques maléfices venus « d'Andafa » (de France) pour infester le pays et le rendre inhabitable !

Le laboratoire de pisciculture de Manjakatompo, situé à une altitude de 1.910 mètres, a donc été installé au fond d'un vallon, au pied d'une cascade de 8 mètres de hauteur (fig. 227), dont la température de l'eau, fait très remarquable, ne s'élève pas au-dessus de 8° au plus

fort de la saison chaude. Son débit normal est de 60 litres à la minute. Tout à l'entour, les ruisseaux circulent dans la forêt dont les troncs grêles, couverts de lichens, et d'épiphytes, émergent d'un épais tapis humide de mousses.

Un petit réservoir cimenté construit au pied de la cascade constitue la prise d'eau. Cette eau est conduite par une canalisation en bois, à ciel ouvert, jusqu'à la partie supérieure du laboratoire. Sans insister sur son organisation, signalons qu'il est entièrement construit en bois et qu'il mesure 12 mètres de long, 6 mètres de large, et 6 mètres de haut (fig. 228). Il est obscur, la lumière étant réglée par deux volets pleins à tiroir. A l'intérieur, l'eau amenée dans une auge de distribution édifiée contre les cloi-

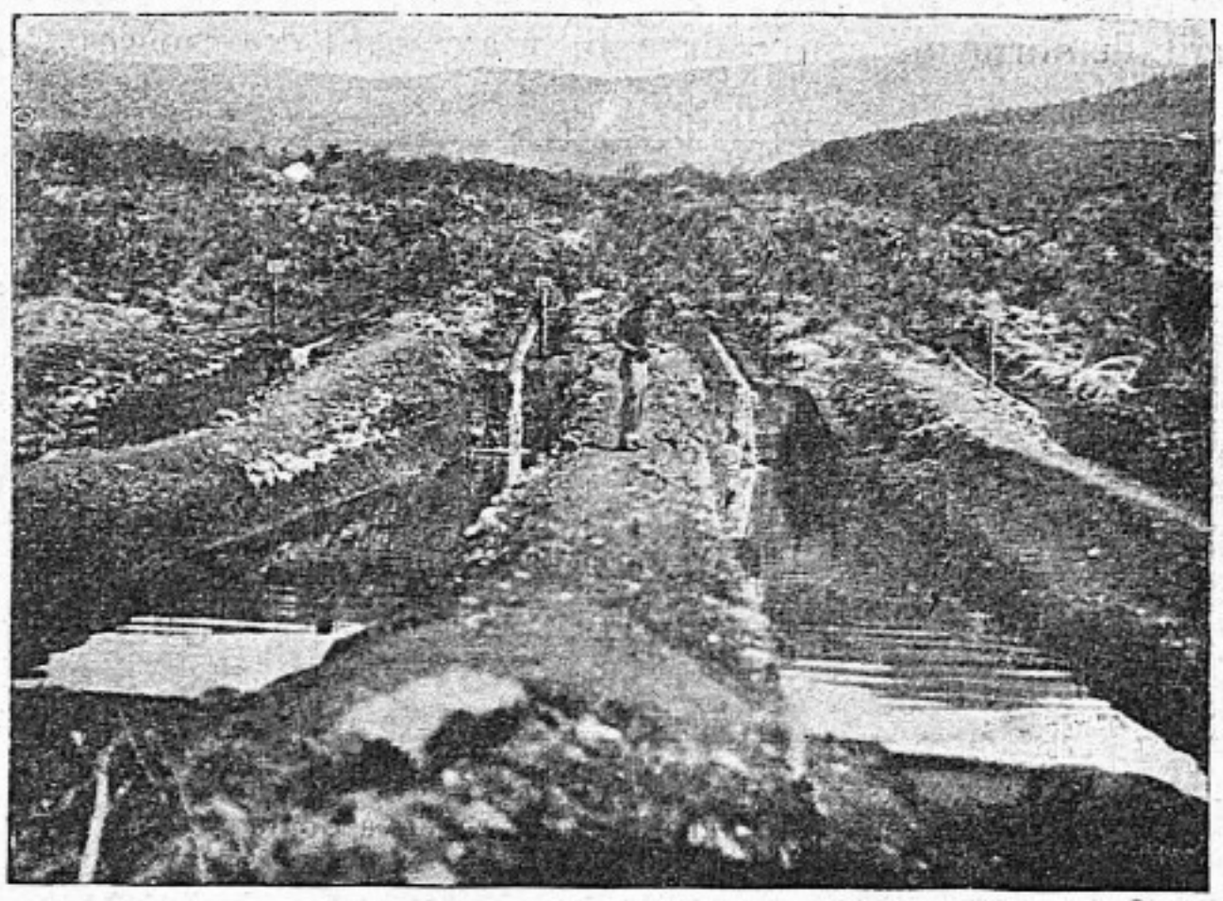


Fig. 231. — Manjakatompo. Bassins artificiels d'élevage pour Truites communes et Truites arc-en-ciel.

sons du bâtiment est répartie dans les incubateurs placés à 60 cm. au-dessous, par des bambous creux. Il y en a trois par incubateur, fonctionnant isolément ou ensemble, selon les besoins.

Des bassins d'alevinage, en ciment, de 3 à 5 mètres de longueur sur 0 m. 60 de profondeur et 0 m. 50 de largeur ont été établis au-dessous des incubateurs.

Les incubateurs mobiles adoptés par M. Louvel sont du même type que ceux utilisés à l'établissement de Vizille et au laboratoire de Pisciculture et d'Hydrobiologie de la Faculté des Sciences de Grenoble, où M. Louvel a fait, auprès de M. le profeseur Léger, un stage très fructueux.

Les œufs sont arrivés en bon état à Manjakatompo le 19 mars 1926. Une heure après leur arrivée, ils ont été mis en incubation selon les données de M. Léger, à raison d'une claie par incubateur, chacune de ces claies portant les œufs d'une ponte différente.

L'éclosion des Truites arc-en-ciel commença le 22 mars ; elle se poursuivit les jours suivants jusqu'au 26 mars. Les meilleurs résultats furent obtenus dans les bacs n° 9, avec 830 alevins, n° 2 avec 500, n° 3 avec 460. La proportion des éclosions du dernier jour fut très inférieure à celle des jours précédents, puisque le 26 mars, quatre bacs donnèrent seulement 113 alevins. Au total, 2.508 alevins de *Salmo irideus* Gibbons furent obtenus.

L'incubation des œufs de Truite commune, pour laquelle on était fort inquiet, donna des résultats inespérés. L'éclosion, qui débuta le 8e jour (26 mars 1926), se poursuivit jusqu'au 29, mais le 28 fut un jour entièrement négatif. 7.605 alevins de *Salmo trutta* L. furent obtenus.

Dès le 12e jour après leur éclosion, les alevins de Truite arc-en-ciel étaient alimentés par de la rate de bœuf réduite en pulpe. La résorption de leur vésicule était terminée le 14 avril. Les alevins de Truite commune furent nourris beaucoup plus tard, leur croissance étant plus lente. La résorption de leur vésicule n'était, en effet, complète que le 2 mai.

L'alevinage fut expérimenté très méthodiquement jusqu'au cinquième mois, par M. Louvel et sur trois bases différentes. D'une part, l'alevinage en laboratoire, dans les bacs dont nous avons parlé tout à l'heure ; d'autre part, l'alevinage en étang pour les *Salmo irideus* exclusivement ; enfin, l'alevinage en ruisseau. Signalons que, dans les bacs, la mortalité des Truites communes a été plus grande que celle des Truites arc-en-ciel. L'élevage dans un bassin (fig. 229) alimenté par un ruisseau dont le débit est de 20 litres à la minute a été couronné de succès. Les 300 alevins de *Salmo irideus*, âgés de deux mois, auxquels il a été dis-

tribué pendant 20 jours deux rations de pulpe de rate, puis, pendant 8 jours une seule ration, avant de les abandonner à eux-mêmes, ont admirablement prospéré. Il m'a été donné de voir des individus de sept mois mesurant environ 16 cm. de long.

Dans les ruisseaux divisés en petits biefs, séparés par des cascades (fig. 230), les résultats ont été supérieurs en ce qui concerne les Truites communes qu'en ce qui concerne les Truites arc-en-ciel.

Après cinq mois de cette vie en ruisseau ou en bacs, les alevins de Truite commune et de Truite arc-en-ciel ont été transportés, séparément, dans quatre bassins (fig. 231), mesurant 15 mètres de long, 2 mètres de large et de 0 m. 80 à 1 m. de profondeur, alimentés par un ruisseau important détourné de son cours et se déversant par quatre cascades de 1 m. 80 de chute. M. Louvel y sélectionnera ses reproducteurs en vue d'expériences, à venir, de fécondation artificielle. En outre, 600 alevins de *Salmo trutta* ont été abandonnés dans le ruisseau principal de la montagne (1).

Il faut avoir parcouru les pentes de Manjakatompo et visité en détail la région affectée aux travaux de pisciculture, longé les ruisseaux aménagés, ou déviés, les bassins artificiels, pour avoir une idée des efforts accomplis d'une manière à la fois si méthodique et si tenace par M. Louvel. On ne saurait trop l'en féliciter.

En ce qui concerne l'avenir de l'élevage de la Truite à Madagascar, il faut retenir qu'à Manjakatompo, comme à la station d'Analamazaotra, l'alevinage naturel, dans les eaux libres, a donné les meilleurs résultats, aussi bien pour la Truite arc-en-ciel que pour la Truite commune. Il nous a paru, du reste, que la faune planctonique, mais surtout la faune qui ne fait pas partie du plancton proprement dit (Amphipodes, larves et imagos d'Hémiptères, de Diptères, de Nevroptères), était abondante dans les cours d'eau des stations de pisciculture. D'autre part, les prédateurs sont peu nombreux, relativement, en dehors des Dytiques et des Hydrophiles. Le plus redoutable est certainement un oiseau, le Martin-pêcheur, auquel les aides de M. Louvel font une chasse systématique, et il est d'ores et déjà certain que l'équilibre s'établira au profit des espèces acclimatées.

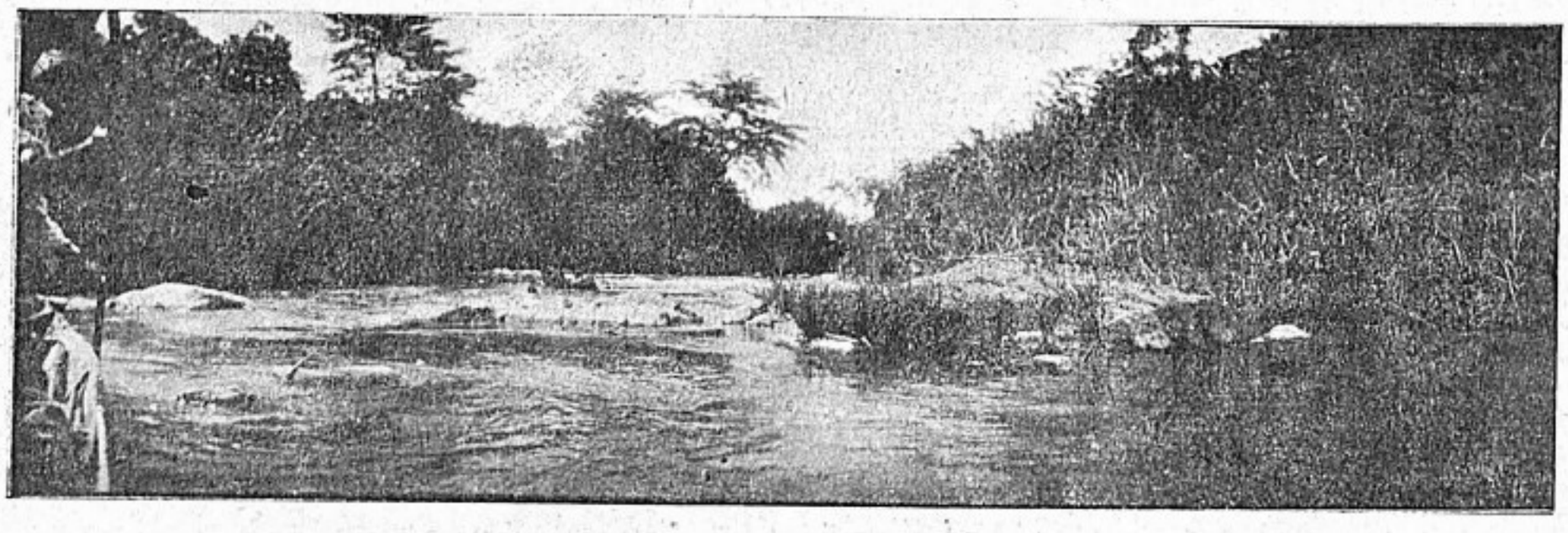


Fig. 232. — Rapides du Fanarandrano, rivière à Gouramiers.
(Cliché de M. Goffart).

M. Louvel a eu le soin de localiser ses Truites arc-en-ciel dans des bassins clos ou des ruisseaux privés de toute communication avec le cours d'eau principal, ou dont les issues ont été munies de grillages. Ces conditions essentielles — sans lesquelles les *Salmo irideus* ne manqueraient pas de s'évader vers la mer — restreignent singulièrement la diffusion pratique de cette espèce à Madagascar. Il faut, d'autre part, attendre encore pour savoir si elle se reproduira dans les limites qui lui sont affectées.

Par contre, il y a lieu d'espérer que les *Salmo trutta* trouveront, au-dessous de 500 m. d'altitude, une température des eaux douces et une diminution du taux d'oxygène dissous, qui constitueront pour cette espèce une sorte de barrière naturelle. Sans doute, au contraire, au moment de la reproduction, aura-t-elle plutôt tendance à remonter vers les eaux courantes et fraîches des ruisseaux de forêts et de montagne. A ce même point de vue, il serait très intéressant de tenter l'élevage à Madagascar d'une Truite (*Salmo trutta* L. var. *macrostigma* A. Duméril), qui est la Truite locale du Ma-

(1) En vue de la protection des Truites dans le District d'Ambatolampy, qui englobe la station de Manjakatompo, un arrêté de M. le Gouverneur général Olivier interdit la pêche, sous toutes ses formes, pour une période de cinq années, dans les rivières de ce District.

Quatre jours avant notre départ de Madagascar, M. Louvel a reçu un nouveau lot d'œufs de Truites, que M. le Pr Léger avait bien voulu lui adresser. Nous n'avons aucune nouvelle des destinées de cet envoi. Mais, il y a tout lieu de croire que l'alevinage s'est effectué dans des conditions satisfaisantes.

roc, et dont le laboratoire d'Hydrobiologie de Grenoble possède des exemplaires qui lui ont été envoyés par M. le professeur Gruvel (1).

Il y a donc tout lieu de croire que les premiers succès obtenus par M. Louvel en ce qui concerne les Truites seront parachevés dans l'avenir, comme ils l'ont été en ce qui concerne les Carpes.

***

Nous écrivions, au début de cet article, que la pisciculture à Madagascar, telle qu'elle est aujourd'hui comprise, était appelée à jouer un rôle économique de premier ordre dans la Grande Ile. Nul pays, en effet, où cette organisation soit d'un intérêt plus immédiat. En effet, la faune ichthyologique des eaux douces de Madagascar, celle des grands fleuves de l'Ouest comme celle des fleuves plus torrentueux et plus courts de la côte Est, ou celle des lacs du Centre (lac Alaotra et lac Itasy) est remarquablement uniforme, pauvre et, presque sans exception, d'un intérêt très limité au point de vue de l'alimentation européenne. Les espèces dominantes sont des espèces semi-marines, qui s'espacent au fur et à mesure qu'on avance dans l'intérieur. Les plus riches en individus et les plus intéressantes au point de vue alimentaire, sont des espèces migratrices : les Muges, les Anguilles, dont les indigènes seuls tirent profit. Le magnifique ensemble que figurent les lagunes de la côte orientale, s'étendant presque sans discontinuité du Sud de Mananjary au Nord de Fénérive, s'étalant parfois en de véritables lacs, est presque vide au point de vue de la faune sédentaire utile. Le Gouramier (*Osphronemus olfax* Comm.), originaire de Chine, importé de Maurice à Madagascar vers 1857, s'est répandu dans ce vaste complexe, dont il constitue l'espèce la plus intéressante. Il remonte les rapides de certains fleuves, pour peupler les biefs profonds, jusqu'à près de 100 kilomètres de l'embouchure (fig. 6). Peu d'Européens le connaissent. Bien qu'abondant dans l'Ivoloina, il n'est jamais apparu sur le marché de Tamatave. L'approvisionnement du marché de Tananarive en poissons d'eau douce se limite donc aux espèces médiocres dont nous parlions dans la première partie de cet article. Les Anguilles vivantes n'y sont jamais apportées en quantité suffisante. Le ravitaillement de ce marché en poissons marins, par Tamatave est inexistant, et je ne pense pas qu'une tentative de ce genre, malgré l'aspect théoriquement très séduisant de la question, soit près d'être pratiquement réalisée.

Ainsi, la solution du problème d'alimentation générale qui doit déterminer l'exploitation des eaux douces malgaches ne pouvait se trouver que dans l'introduction de nouvelles espèces, assurée et perpétuée par la pisciculture. Et cet effort doit aussi porter concurremment sur la protection et l'élevage d'espèces depuis longtemps acclimatées et des meilleures espèces autochtones.

Tandis que les ruisseaux montagnards et les bassins naturels ou artificiels des régions élevées seront le domaine des Truites, certains lacs du Vakinankaratra, le lac Alaotra, le lac Itasy, les lagunes de la côte Est, constitueront pour la Carpe un domaine immense.

Mais il faut créer, dans chacune de ces formations, en dehors des stations centrales, productrices et régulatrices, d'Analamazaotra et de Manjakatompo, des cantonnements-frayères et des cantonnements-alevinières, où la pêche sera rigoureusement interdite. Dans les lagunes, une organisation de même nature devra être envisagée pour le Gouramier, et certaines espèces malgaches à chair fine, les *Paretroplus*, par exemple.

Enfin, après la Carpe miroir, la Truite commune et la Truite arc-en-ciel, il faut envisager l'introduction de la Truite marocaine (*Salmo trutta*, var. *macrostigma*), la reprise de l'introduction de la Tanche (1) (*Tinca tinca* L.), peut-être même l'essai de l'acclimatement de l'Omble (*Salvelinus alpinus* L.).

Ce programme considérable est certainement aussi celui de M. Louvel, créateur et animateur de la pisciculture vraie à Madagascar. Les conséquences économiques qui se rattachent à sa réalisation sont trop grandes pour que M. Louvel n'ait pas, pour l'accomplir, l'appui unanime de l'Administration supérieure de la Colonie.

G. PETIT,
Docteur ès-sciences,
Assistant au Muséum d'Histoire Naturelle
(Laboratoire des Pêches coloniales).

(1) On sait que, grâce aux efforts de M. GRUVEL et aux concours dévoués qu'il a trouvés sur place, la pisciculture truitière au Maroc est allée de succès en succès. La dernière campagne a porté sur l'élevage de la Truite Omble (*Salmo Pallaryi* Pellegrin). Cette belle et intéressante espèce pourra être acclimatée dans la plupart des lacs du Moyen Atlas, et sans doute pourra-t-elle trouver, aussi, dans les lacs alpins des conditions biologiques favorables. (Voir, par exemple, A. GRUVEL. L'avenir de la pisciculture truitière au Maroc. *Rev. d'Hist. Nat. Appliq.* n° 1, janvier 1926. — Sur l'Elevage de la Truite-Omble (*Salmo Pallaryi* Pelleg.) au Maroc. *C. R. Ac. Sc.*, 14 fév. 1927.

(1) En effet, quelques spécimens de Tanches ont été déjà introduits à la station d'Analamazaora et paraissent s'y être maintenus.

LE MYSTÉRIEUX " SENS DE L'ESPACE "

Les recherches sur l'orientation lointaine ont porté principalement jusqu'ici sur les invertébrés : plus spécialement sur les Insectes. Cependant les Oiseaux, et tout particulièrement le Pigeon-Voyageur, nous offrent les plus saisissants exemples dans le domaine de ces recherches. Il est donc permis de se demander si, dans l'état actuel de nos connaissances, le problème de l'orientation lointaine est bien nettement posé.

Et d'abord, qu'est-ce que le Pigeon-Voyageur?

Grâce aux investigations d'un vétérinaire belge, S. Wittouck, connu par ses ouvrages sur la colombiculture, les origines de cet Oiseau, si peu connu des savants, nous sont connues.

Le Pigeon-Voyageur (type actuel), est issu de plusieurs espèces sélectionnées d'Oiseaux migrateurs : *Columba Livia Fugens*, *C. Palumbus*, *C. Giratrix* (1). Antérieurement, il n'y a pas plus de cent années, *C. Giratrix* et *C. Tuberculosa* étaient encore les messagers du sport.

Or donc, étudier le comportement du Pigeon-Voyageur actuel, dans le retour au nid, c'est étudier les caractères de ses souches migratrices semi-domestiquées dans un but sportif.

Cette conception nous conduit à considérer le sport colombophile comme fondé sur les facultés migratrices de ses ancêtres : « *Ectopistes migratorius* ».

Elle nous conduit à une autre considération non moins importante : emporter un Pigeon-Voyageur à une certaine distance de son colombier, au-delà d'une trentaine de kilomètres, à l'effet d'utiliser ses facultés d'orientation, dans un but sportif ou autre, c'est se livrer à un acte hors nature, si l'on s'en rapporte à ses facultés de migrations originelles ; le sens de déplacement des Oiseaux émigrants étant sensiblement le même pour une même saison, et de plus, le résultat de leur propre initiative.

De même tout déplacement imposé à un animal, que ce soit un Oiseau, un Insecte volant ou marchant, est de nature à compromettre son retour au nid, si l'on ne prend soin de le soumettre à une véritable éducation.

L'orientation que l'on impose, considérée comme un phénomène sensoriel, ne saurait être automatique. Les sens s'éduquent et la régulation du mouvement est d'ailleurs tout à fait infidèle. D'autre part, comme nous le verrons plus loin, tout excitant susceptible d'expliquer ce phénomène ne saurait échapper à l'influence des variations des éléments. C'est pourquoi les pertes d'individus sont très nombreuses dans les tournois de Pigeons-Voyageurs dont le jeu est le principal objet. C'est encore ce qui explique les déchets constatés dans les expériences de retour au nid d'hyméniptères volants, non éduqués, faites par Fabre sur des Abeilles et par Et. Rabaud sur des Guêpes.

(1) *Columba giratrix*, appelé vulgairement « culbutant », remarquable équilibriste, exécute pendant son vol d'innombrables excentricités.

Considérations générales.

L'expérience montre qu'un Pigeon-Voyageur, quelle que soit sa valeur sportive, et même certaines espèces communes plus ou moins apparentées à ses nombreuses souches originelles, sont susceptibles de retrouver leur toit, dans un temps variable, sur une distance pouvant atteindre une trentaine de kilomètres. Un Pigeon-Voyageur de bonne race, n'éprouve d'autre part, aucune difficulté pour s'orienter dans la limite de cette zone. Au-delà de cette limite, il déploie visiblement, pour qui pratique le sport colombophile, une activité sensorielle plus remarquable.

Cette délimitation s'observe encore, mais à l'inverse, dans le retour au nid de certains animaux voyant mal. Ainsi *Formica*, après avoir suivi son chemin directement jusqu'à l'emplacement du nid, cherche sa fourmilière sur place, en décrivant les tournoiements dits de « Turner ».

On voit que dans l'un et l'autre cas, le sens de retour proprement dit et la recherche de l'emplacement du nid, constituent une série d'impressions sensorielles nettement différenciées.

Le Pigeon-Voyageur, s'oriente au repos aussi bien qu'au vol, à l'angle d'un toit ou dans le panier de voyage qui le retient un moment captif. Les colombophiles apprécient le Pigeon qui s'oriente directement au sortir du panier, au lieu de tournoyer. Les épreuves de « vieux » et l'on entend par vieux pigeons, ceux qui ont accompli au moins une année complète d'entraînement, se caractérisent par un départ spontané, dans une direction aussi rigoureuse que celle qu'on obtiendrait au moyen de la boussole et, ce qui est le plus surprenant, c'est que ce volatile, laché à dix ou mille kilomètres, s'il est bien entraîné à ce genre d'exercices, vole droit vers son gîte au sortir du panier de voyage, sans la moindre hésitation.

Nous voilà bien loin de l'idée qu'on se fait parfois, que le Pigeon s'élève dans les airs d'autant plus haut qu'il a plus de chemin à parcourir. Certes, le départ est parfois difficile, le retour irrégulier, suivant l'état de l'atmosphère. S'il est vrai que certains jours, des Pigeons s'égarent bien loin de leur demeure, il convient de ne pas oublier que, chaque année, des centaines de mille de Pigeons, en France, en Belgique, en Angleterre, lâchés de grand matin, au-delà de 600 kilomètres, rentrent le

soir, avant le coucher du soleil, fidèlement à leur colombier.

Des naturalistes ont tenté d'expliquer le retour au nid des Insectes en faisant intervenir les sens communs tels qu'on les comprend, ils n'en ont pas moins senti la faiblesse de leur système. Et Santchi de parfaire sa formule au moyen d'ondes obscures, Forel d'imaginer le sens topochimique pour la Fourmi marchant, Fabre de croire à un sens absolu de direction, et Gaston Bonnier à un sixième sens.

La Fourmi, l'Abeille, le Pigeon-Voyageur, le Chat, etc., et bien d'autres animaux de différentes espèces, transportés à des distances variant avec leur mode de locomotion et lâchés ensuite, regagnent leur demeure dans un temps variable. Ceci ne prouve pas que le processus de l'orientation exclut toute participation visuelle, olfactive et même cinesthésique, mais ces organes, tels qu'on les connaît, jouant seuls ou associés, sont impuissants à expliquer le retour au nid en zone inconnue. Ce ne sont que des organes auxiliaires, tant que l'animal évolue dans la zone qui lui est familière. Une fois dans cette zone, le sens de retour devient passif; la vue, dans la plupart des cas, suffit alors à l'animal pour retrouver son gîte. Il convient donc de discerner les manifestations de ces divers organes, si étroitement associés au sens de l'orientation pendant la plus grande partie du déplacement.

La vue s'élimine du processus ?

Le 19 décembre 1926, j'ai lâché un Pigeon-Voyageur portant la bague matricule N° 2529-25 St-Quentin, au Plateau d'Ugny-le-Gay (Aisne), à destination de son colombier d'adduction : Chauny, situé à cinq kilomètres au nord de cette petite localité.

Ce volatile qui avait accompli deux années de voyages, dont quatre concours : en 1925 sur Compiègne, en 1926 sur Tours, était dressé depuis plusieurs mois, à avoir la tête coiffée, sans être incommodé, avec une très légère ossature en celluloïd et aluminium, recouverte à sa partie avant d'un voile de crêpe de Chine noir ; le tout maintenu en place par des petites brides en peau souple rivées contre l'ossature et se rejoignant sous la gorge en forme de jugulaire (fig. 233).

L'appareil, du poids de deux grammes, constituait un « capuchon oculaire », destiné à diminuer sensiblement l'acuité visuelle de l'Oiseau à travers le fin tissu. L'Oiseau ne paraissait pas incommodé par le port de cet appareil, il se dirigeait à l'intérieur de son toit, volait à son nid, se nourrissait normalement, se soustrayait de l'étreinte de son manager. Le voile de crêpe de Chine noir marquait au photomètre une transparence d'environ 1/21 de celle de l'air, placé devant les yeux d'un individu, il pouvait se diriger ainsi en plein jour, reconnaître la silhouette des personnes familières, courir sans se heurter aux obstacles.

Au jour dit, à 13 h. 40, par léger vent Sud-Est, avec une visibilité bonne, l'Oiseau fut mis en liberté ; il resta environ 15 secondes sur la main de l'opérateur, puis s'éleva en ramant court, marquant une certaine hésitation. Un peu après, recouvrant la sûreté de ses moyens, il atteignit environ 250 mètres d'altitude, par un rayon de giration de 100 mètres. Parvenu à cette grande hauteur, il effectua vers le nord un parçours droit d'un kilomètre, revint au lieu du lâcher sans s'y attarder, fit un léger crochet à l'Ouest et fut perdu de vue.

La durée de l'évolution avait duré, en tout, environ 5 minutes.

Ce départ, tout à fait anormal, par une hauteur insitée, sur un très court rayon, laissait

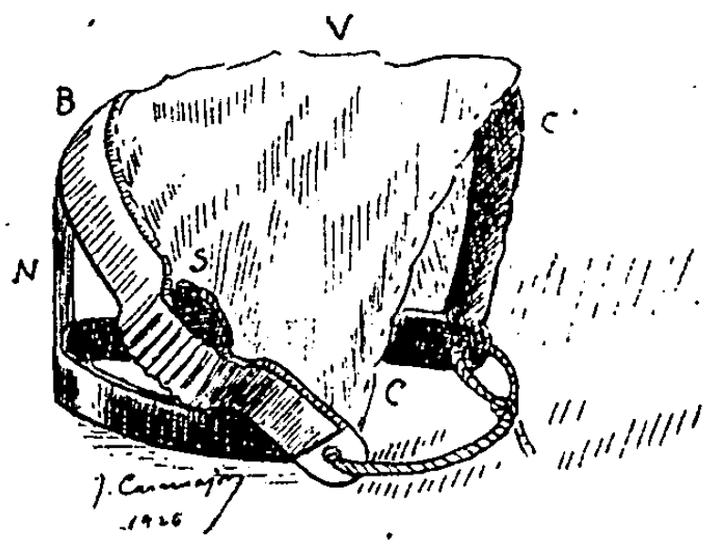


Fig. 233.

Capuchon oculaire (Modèle à soupirail) Poids total 2 gr.

B, Bride aluminium, recourbée au droit de l'oreille de manière à former un soupirail S réservé à cet organe. N, Nervure longitudinale en celluloïd supportant deux colliers C et C' en peau souple. V, voile de soie tendu sur la partie avant de la monture.

pressentir une désorientation de l'Oiseau au seuil même de sa demeure. En effet, manquant à son nid le soir, il fut recueilli le surlendemain 20, au coucher du soleil, vers 15 h. 30, à St-Michel (Aisne), à 70 kilomètres au Nord de Chauny, par des ouvriers d'usine, qui le remirent au Président de la Société Colombophile « La Fraternelle » de St-Michel, qui écrivit que le Pigeon, qui paraissait très fatigué, était coiffé d'un capuchon lui couvrant complètement les yeux.

L'absence de l'étui interne, ainsi que la cassure d'une agrafe de son porte-dépêche, semblaient indiquer que cet appareil avait été accidentellement accroché quelque part, au cours de l'épreuve.

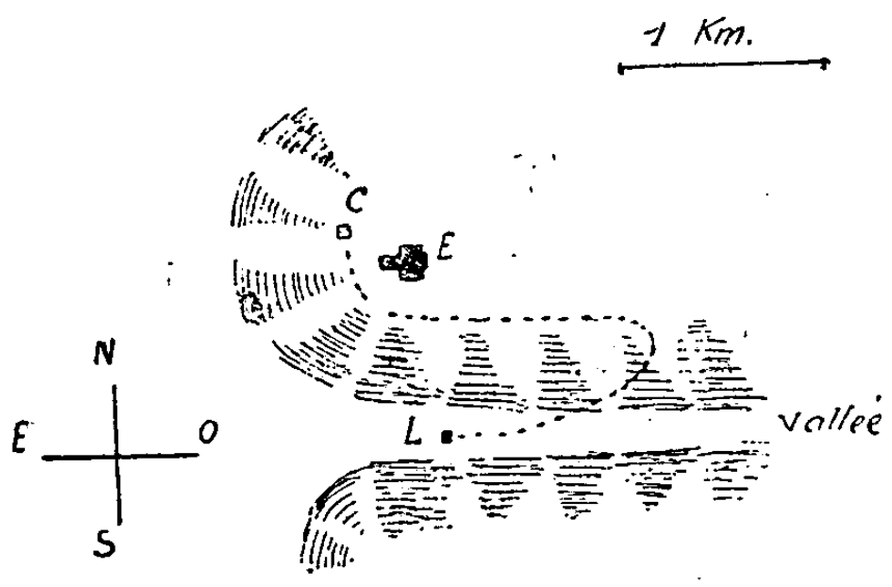
A titre de contre-épreuve, le Pigeon de retour à son colombier fut de nouveau transporté au même endroit : Ugny-le-Gay, mais cette fois pourvu seulement de l'ossature de son appareil, dépourvu du voile. Nullement incommodé par cet équipement, il retourna en quelques mi-

nutes à son colombier, après avoir pris sa direction sans la moindre hésitation.

A la suite de nombreux essais, l'Oiseau parvint cependant à effectuer, les yeux légèrement voilés, quelques voyages de 5 kilomètres pour regagner son colombier.

Les Pigeons-Voyageurs lâchés pendant la nuit, quelle que soit la luminosité du ciel, rejoignent leurs nids distants de plusieurs centaines de kilomètres. Des concours qui ont été organisés en 1925, après le coucher du soleil, ont montré que cet Oiseau prend aussi bien sa direction par nuit noire que par un clair de lune. Les pertes résultant de ces tournois originaux ne paraissent imputables qu'à des accidents d'invisibilité survenus en cours de route, et aussi à la valeur relative des volatiles, engagés encore avec méfiance par des Colombophiles insuffisamment préparés à ce genre de dressage de leurs sujets (1).

Par contre, certains jours d'été, imprégnés



C. Colombier
L. Lieu du lacher
E. Eglise

Fig. 234.
Configuration du sol au lieu où furent lachés les Pigeons

d'une très grande luminosité, dépourvus de vent appréciable, sèment des vides désastreux parmi les meilleurs colombiers de voyage.

L'action solaire ne paraît guère discutable, mais elle appelle des réserves. On doit éloigner du processus toute idée de repères visuels rectilignes, et même d'une action visuelle telle qu'on la comprend.

Influence du sol. — Magnétisme.

L'idée que la configuration du sol peut être un facteur intéressant le retour au nid du Pigeon-Voyageur a suscité, de la part de certains écrivains colombophiles, un scrupule bien légitime. Certains se sont ingéniés à montrer l'effort de ces courageux Oiseaux pour retenir l'image des régions qu'ils parcourent, de façon à établir des repères.

L'expérience est hélas, il faut bien le répéter, en complet désaccord avec une conception des repères lumineux. On voit dans les concours, des Pigeons-Voyageurs s'attribuer des premiers prix en subissant le baptême de l'air à des distances appréciables, on voit ces Oiseaux regagner fréquemment leur toit à une distance de plusieurs centaines de kilomètres, seuls et sans aucun entraînement préalable, on voit même des captifs retourner au fond de leur geôle, sans jamais en avoir connu les aspects extérieurs ; on voit enfin, chaque année, les jeunes hirondelles suivre leur chemin vers un but qu'elles ignorent. Ceux qui ont eu l'occasion de voir disparaître à tire-d'ailes, en quelques secondes, les milliers de Pigeons-Voyageurs belges, lâchés dans le sud de la France, au petit jour, en rasant les wagons dans les gares, ou bien dans la campagne déserte, fendant le ciel de leur vol puissant pour regagner leur patrie, ont pu sentir toute la faiblesse de cette assertion. Les nombreuses protubérances du sol, la courbure du globe, les lâchers nocturnes, sont autant de raisons pour repousser toute idée de mémoire topographique visuelle.

Cependant la configuration et la nature du sol paraissent influencer le Pigeon-Voyageur, en voici quelques exemples :

Je prélève douze Pigeons-Voyageurs ayant accompli de véritables prouesses sportives, à des distances remarquables (600 à 1.000 km.), puis je les lâche, un à un, à un kilomètre au sud de leur colombier. Celui-ci est en vue, au flanc Ouest d'un coteau de 80 mètres environ au-dessus du niveau de la mer. L'envolée est donnée à l'entrée d'une vallée orientée dans le sens Est-Ouest, et de telle sorte que chaque Oiseau ait le temps de disparaître à l'horizon avant la mise en liberté du suivant. Sauf un, qui prend sensiblement la ligne droite de son colombier, chacun d'eux s'engage dans la vallée, effectue environ un kilomètre, puis se redresse au sommet du plateau, dont il longe la crête jusqu'à l'approche de son toit (fig. 234).

Une telle incertitude de vol pour un aussi court voyage de ces brillants coursiers ne saurait fortifier l'hypothèse des repères visuels rectilignes. Ces volatiles effectuaient journellement des vols en campagne environnante pouvant dépasser 15 à 20 km. de rayon et l'on distinguait parfaitement à l'œil nu, au lieu du lâcher, les lignes architectoniques de l'Eglise voisine de leur demeure sur laquelle ils venaient chaque jour par surcroît se reposer.

Au contraire, l'influence des vallées [illegible] notre attention.

Des pigeons de l'armée sont lâchés à Ulmitz,

(1) Le capitaine Colombophile Dérôme de la région C de Tours est arrivé à obtenir des rentrées régulières sur 100 km., à la vitesse de 60 km. à l'heure (colombier dans l'obscurité de la nuit). Il pense que ces volatiles sont par hérédité plus ou moins aptes à ce service.

petite ville au nord de Coblentz, à destination de Kreuznack, leur centre d'adduction, situé en bordure de la rivière la Nake. La distance à parcourir est de 70 kilomètres. Sur 60 Pigeons lâchés à onze heures trente, une dizaine seulement regagnent leur centre dans la soirée ; de

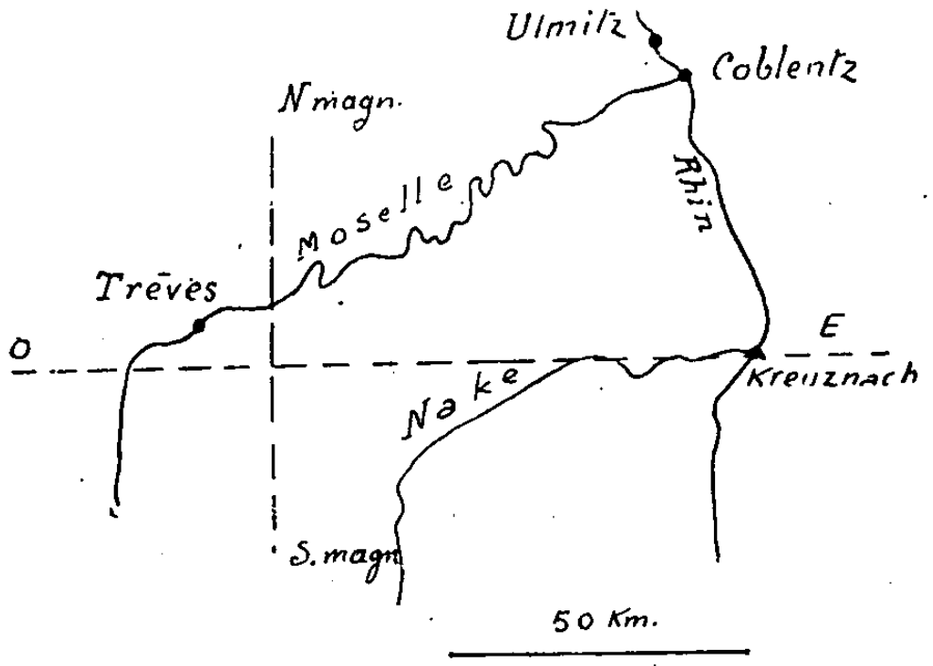


Fig. 235.

grandes pertes sont enregistrées, et plusieurs individus sont signalés rentrés au colombier militaire de Trèves, sur la Moselle, ayant ainsi franchi plus de 180 km. (fig. 235).

On ne saurait invoquer l'insuffisance des Pigeons-Voyageurs de l'armée dans une aussi courte épreuve, d'autant plus que les Pigeons de Kreuznack étaient régulièrement entraînés par le poste colombophile sur la rive gauche de la Nake, c'est-à-dire, dans la direction générale d'Ulmitz.

S'agit-il là de l'influence des vallées ? Il n'est peut-être pas superflu de faire remarquer que la Nake et la Moselle se jettent parallèlement dans le Rhin sur une distance moyenne de 40 kilomètres entre parallèles et sur un parcours de 80 kilomètres environ à compter de l'embouchure de ces deux fleuves ; formant avec le Rhin trois tronçons de cours d'eau en angles, ayant pour sommet, d'une part, le voisinage d'Ulmitz (Coblentz), et dont les deux côtés se limitent à Trêves et à Kreutznack dans le voisinage d'une même parallèle. Or donc, ces vallées présentent, sur le parcours indiqué, une analogie topographique, comme ayant à peu près la même cote de niveau, un fond commun : l'eau dont les courants convergent vers un même point le lieu du lâcher.

Ce n'est pas un secret pour les colombophiles que les Pigeons de la Louvière, Binche, minutieusement étapés sur Landrecies ou St-Quentin, se dégagent beaucoup plus difficilement de ces régions, le même jour, et toutes choses égales, que d'autres individus des mêmes habitats lancés d'un seul coup, de Noyon ou de Creil.

Des colombophiles ont signalé la difficulté qu'éprouve le Pigeon à franchir les régions parisiennes. Ce sont, expliquent-ils, les fumées des nombreuses usines et les innombrables réseaux de fils tendus dans l'espace qui rendent l'orientation difficile en cet endroit. On peut, dans une bien faible mesure, faire entrer en ligne de compte, ces accidents d'invisibilité, bien que le Pigeon de passage dans une atmosphère amoncelée de fumée, sache fort bien, grâce à sa puissance visuelle, en éviter les inconvénients. Par contre, des anomalies du magnétisme terrestre revêtent un caractère régional particulièrement remarquable, surtout dans le bassin géologique parisien : de Nevers à Fécamp s'étendant d'ailleurs sur le sud de l'Angleterre, depuis l'Ile de Wight jusqu'aux environs d'Oxford. On peut se demander si la topographie magnétique de la terre n'a pas, dans certains cas, une influence sur les routes des Oiseaux. Certains faits nous le donnent à penser.

Un Pigeon-Voyageur âgé de quatre ans, aguerri, partait d'Anvers à destination de son colombier, situé à Angoulême (France), le soir même de son lâcher, il est trouvé échoué à Dun-sur-Auron (Cher), chez un brasseur du pays (fig. 236).

Si l'on joint par une droite les lieux d'An-

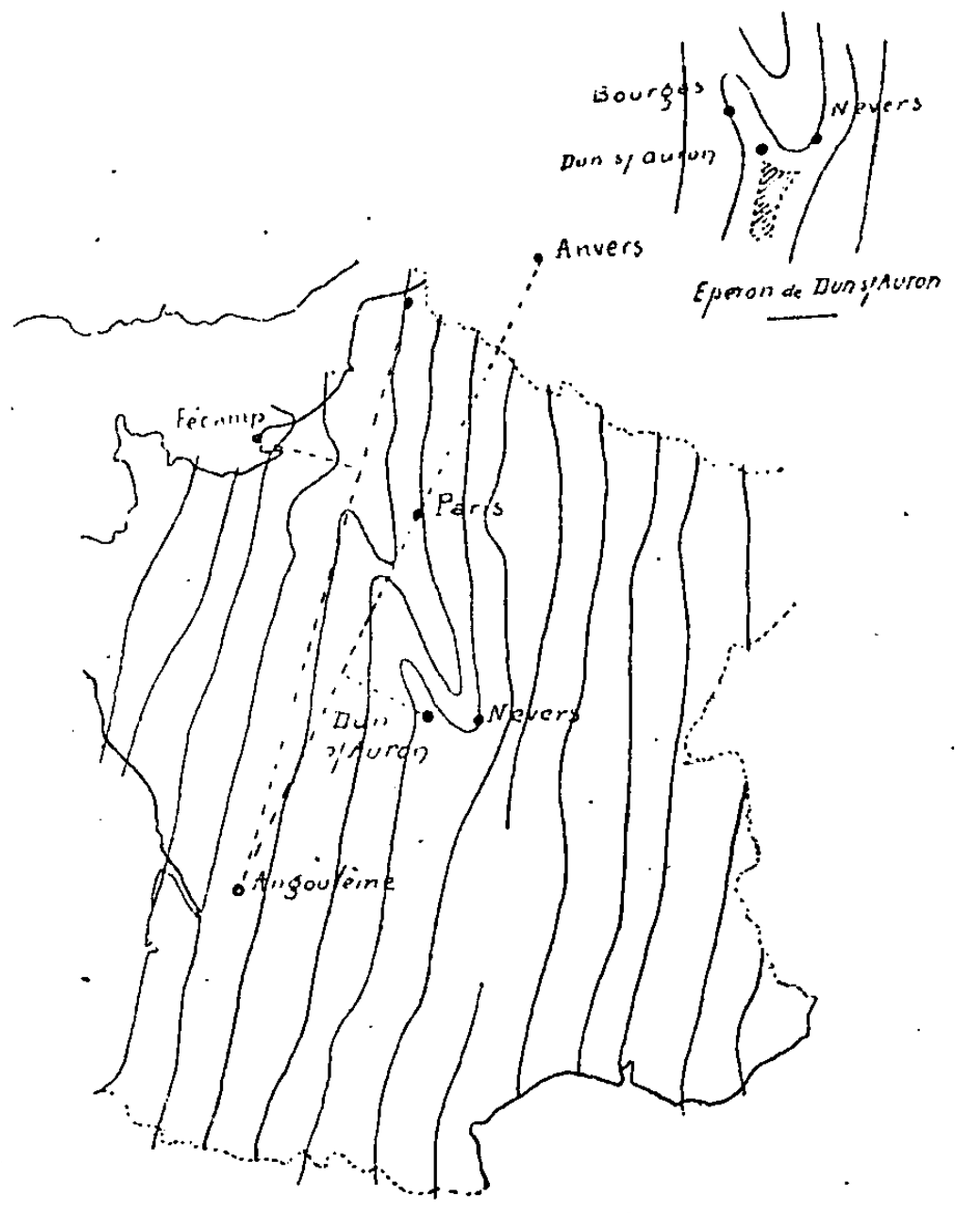


Fig. 236. -- Carte magnétique de la France.

vers à Angoulême, on observe que cette droite passe sur Paris et traverse en ce point la grande anomalie de cette région, Dun-sur-Auron se trouve situé à l'intersection de l'isogone de Ne-

vers, représentant la limite au sud la plus accentuée de cette anomalie.

Ce volatile maintenant sa direction jusqu'au voisinage de Paris aura-t-il été influencé par les remous du champ magnétique régnant en cet endroit et suivi l'isogone de Nevers jusqu'à Dun-sur-Auron, lieu précis à partir duquel cette courbe se retourne vers le Nord-Ouest, au-delà de Bourges ? Dans ces conditions, le brusque ressaut de direction aurait pu indisposer l'Oiseau.

Un autre exemple relaté dans la *Revue France Colombophile*, du 16 décembre 1925, constituerait le symétrique inverse du précédent :

Un colombophile de St-Omer avait engagé, à Angoulême, le 14 juin, un Pigeon N° 464-723, France 1924. Le lâcher eut lieu à 5 h. 40 du matin, par vent Nord-Est. L'Oiseau se réfugia le lendemain, à 11 heures, sur le pont d'un navire anglais qui passait dans la Manche, à 20 km. au large de Fécamp, faisant route sur l'Angleterre. Le capitaine du navire, Sir A.-L.

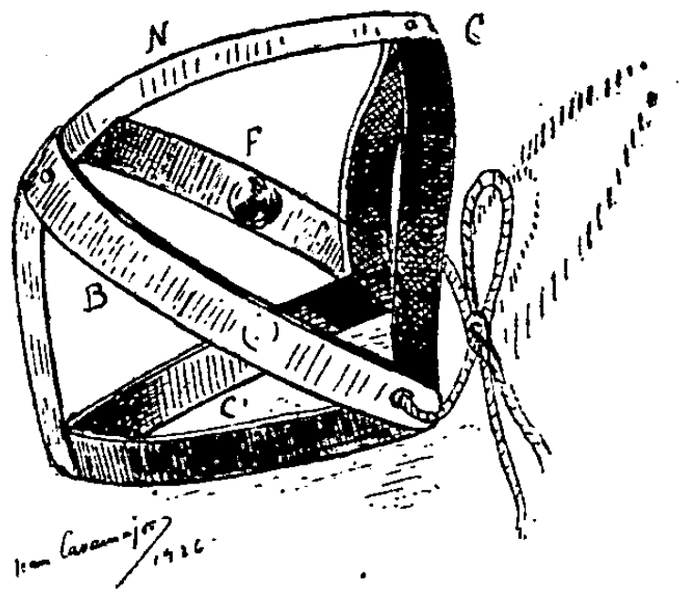


Fig. 237. — Casque magnétique (Modèle A) à pointes coniques. Poids total de l'équipement : 5 gr.

B, Bides en acier. N, nervure longitudinale en celluloïd reliée à ses extrémités par deux colliers en peau C et C'. P, pointes coniques aimantés à eux. 100 gr. par cm2.

Thomson, fit relâcher le Pigeon le même jour à 2 heures de l'après-midi, en vue de Dungenes, sur la côte anglaise. Cet Oiseau revint enfin à son nid.

Ce cas est le symétrique inverse de celui du Pigeon d'Angoulême, en effet ; le Pigeon d'Angoulême, venant d'Anvers, échouait à Dun-sur-Auron, c'est-à-dire à l'extrémité sur de l'anomalie du champ magnétique du bassin de Paris, le Pigeon de Saint-Omer, venant d'Angoulême, s'en est allé échouer à 20 km. de Fécamp, c'est-à-dire à l'extrémité Nord de ladite anomalie (fig. 236).

D'où vient que ces deux Oiseaux s'échouèrent symétriquement l'un par rapport à l'autre ?

Leur performance effectuée en sens inverse est évidemment ici sans importance. Mais leurs directions sensiblement différentes attirent notre attention. Les directions Anvers-Angoulême et Angoulême-Saint-Omer font entre elles un arc de 80 km. environ, en prenant Angoulême pour centre. Tandis que le Pigeon d'Angoulême devait passer par Paris pour observer la normale de sa route, celui de Saint-Omer avait à emprunter une route au Nord-Ouest de Mantes. D'autre part, Fécamp est situé à 80 km. à l'Ouest de la direction Angoulême-Saint-Omer, Dun-sur-Auron à environ 100 km. à l'Est de la direction Anvers-Angoulême. De plus, ces Oiseaux furent retrouvés échoués après un même parcours voisin de 400 km. depuis le lieu du lâcher. On voit donc que ce décalage symétrique est bien proportionnel dans les deux cas, par rapport à l'anomalie magnétique de la région parisienne (fig. 236).

Ces exemples de l'influence du magnétisme terrestre dans le retour du Pigeon-Voyageur ne sont pas pour nous surprendre. Les colombophiles ont remarqué que leurs Pigeons s'orientent (toutes choses égales d'ailleurs), plus facilement et plus vite du sud au Nord et de l'Est à l'Ouest, c'est-à-dire dans la direction des champs magnétiques principal et secondaire.

Livrés à eux-mêmes, écrivait Thauzies, et volant soit pour leur plaisir, soit pour la recherche d'alimentation rustique, dans la campagne, nos Pigeons ne vont jamais à l'Ouest, mais au Nord, quelquefois et généralement à l'Est et au Sud.

D'après cela, on comprend que l'influence des zones orageuses puisse s'exercer à grande distance et troubler les Pigeons, même si au point du lâcher le ciel est pur. Il n'est guère d'années où le sport colombophile n'ait à souffrir des perturbations électriques ou magnétiques. Thauzies en donnait des exemples à l'appui d'une thèse qu'il exposait au Congrès International de Psychologie, à Genève, le 5 août 1909.

Les journées du 22 juillet 1906 et du 18 août 1907, qui marquèrent une véritable débâcle parmi les lâchers des Pigeons-Voyageurs, coïncidèrent avec des états électriques de l'atmosphères assez spéciaux, se traduisant non seulement par des orages ordinaires, mais par des orages magnétiques, plus ou moins intenses.

Dans une séance de l'Académie des Sciences, M. Van Thieghem donnait lecture d'une note émanant du Professeur See, de Linz (Autriche), où l'on soupçonnait déjà la possibilité pour les Oiseaux sauvages et migrateurs de voyager à la faveur des courants électriques, ou magnétiques. Et le professeur Bouchard déclarait à cette occasion que le 25 septembre 1909, jour marqué par des grands troubles magnétiques, se trouvant à Saint-Pierre-de-Rouvray (Eure), il avait constaté la disparition de toutes les hirondelles du pays. Ces troubles magnétiques étaient accompagnés d'une aurore boréale. Or, la veille du jour où M. Marchand, directeur de l'Obser-

vatoire du Pic-du-Midi notait ces phénomènes, les hirondelles, sans cause apparente, prenaient subitement la fuite.

Rappelons, en passant, que des phénomènes d'excitations unilatérales, capable de déterminer une direction de mouvements peuvent être provoqués chez certains organismes par le passage d'un courant électrique. Hermann découvre que les larves de Grenouilles et les embryons de poissons, placés dans un vase que l'on fait traverser par les courants d'une pile, disposent l'axe longitudinal de leurs corps, suivant le sens du courant et de telle sorte que leur tête soit dirigée vers le pôle en dépression.

Des phénomènes analogues ont été observés par Wervon sur des organismes unicellulaires et décrits sous le nom de galvanotaxie. Lorsqu'on fait passer un courant galvanique à travers une goutte d'eau contenant un grand nombre de paramesies, on voit, au moment de la fermeture du courant, tous ces infusoires quitter le pôle en dépression, et se diriger suivant les lignes du spectre vers le pôle en pression, où ils se retrouvent finalement accumulés, donnant là une image analogue à celle du spectre de la limaille de fer.

Lorsqu'on ouvre le courant, un mouvement interne se produit, et ce n'est qu'au bout de quelques temps que les paramesiés se répartissent uniformément dans toute la goutte d'eau.

Enfin, les corps chlorophylliens des végétaux sont, eux-mèmes, soumis à une action directrice de mouvements, déterminée par les rayons lumineux (phototaxie).

Influence des ondes de T.S.F.

De curieux essais dus à l'expérimentateur J.-A. Eslopina, de Valencia (Espagne) ayant trait à l'influence des ondes de T. S. F. sur l'orientation du Pigeon-Voyageur, ont eu lieu à Paterna, le 2 juillet 1924, sous le contrôle militaire.

A huit kilomètres de Valencia, au champ de manœuvres de Paterna, à l'endroit où se trouve placée la stations radiotélégraphique de l'armée par une journée splendide, sous un horizon clair, on mit en action une antenne sur une longueur d'ondes de 900 mètres. A 8 h. 52, on lâcha un premier Pigeon en vue de son colombier, situé à Valencia ; l'Oiseau ne s'orienta pas. Il en fut de même pour un certain nombre, qu'on lança individuellement à trois minutes d'intervalle.

A 9 h. 20', la longueur d'ondes fut portée de 900 à 1.200 m

Il était curieux, dit J.-A. Eslopina, de voir les Pigeons désorientés, sillonner l'espace en traçant de nombreuses spires.

A 9 h. 26', jugeant l'expérience significative, on ordonna l'arrêt d'émission d'ondes. Cinq minutes plus tard, considérant rétabli le calme des éléments dans cette région, on fit lâcher un autre Pigeon qui s'orienta aussitôt. A partir de ce moment, les autres Pigeons qui évoluaient encore après quarante minutes de recherches infructueuses, défilèrent peu à peu dans la direction de Valencia, où se trouvait leur colombier, et disparurent.

Le 7 novembre dernier, ce même expérimentateur renouvela l'épreuve en présence d'un groupe d'étudiants, avec le concours de la Société Colombophile « El Turia », qui fournit 200 Pigeons, afin de rendre cette manifestation plus imposante.

Des expériences analogues, montrant l'influence des ondes de T. S. F. sur les Pigeons en cours de voyages auraient été effectuées en Allemagne, dans le courant de mars 1926. Des émissions d'ondes faites à des heures déterminées, par des postes dont on connaissait la portée exacte, barraient la route des Oiseaux lancés au-delà de ces portées. Les colombiers étaient choisis de telle sorte, que leurs hôtes, pour regagner leur but, devaient normalement traverser la zone perturbée par les antennes émettrices.

Dans ces conditions, on aurait constaté que ces volatiles perdaient le sens de leur direction, lorsqu'ils pénétraient dans une zone influencée par les ondes hertziennes, pour recouvrer aussitôt leur faculté de retour, dès qu'ils la quittaient.

Des expériences de même nature, faites au colombier militaire de Kreutznach, qui était à la fois poste de T. S. F. de l'A. F. B. ont montré par des exemples réitérés que les Pigeons de ce colombier n'étaient point troublés dans leurs envolées journalières, autour du toit, par le fonctionnment du poste de T. S. F.

Ainsi l'émission d'ondes hertziennes au voisinage des Pigeons-Voyageurs est sans influence sur la direction et le vol de ces Oiseaux, tant qu'ils ne font pas usage de leurs facultés d'orientation.

Ces dernières expériences complètent la précédente, en montrant bien que les troubles ressentis par ces volatiles au cours de leurs exercices d'orientation se rapportent bien, plus ou moins directement, à ce phénomène.

On sait qu'Exner eut l'idée de lâcher des Pigeons après leur avoir fait passer sur la tête un courant électrique de 100 éléments pendant la durée du transport.

A 54 kilomètres de Vienne, on lâcha une première série de ces individus, dont deux seulement avaient été traités, les retours se figurent comme suit :

1° Vieux Pigeon, non traité, rentré au bout de 44 heures.

2° Jeune Pigeon, non traité, ne rentre pas.

3° Vieux Pigeon, électrisé, rentre au bout de 2 h. 32'.

4° Vieux Pigeon, électrisé, reste à St-Polten, lieu du lâcher.

Dans une autre série d'épreuves, les Pigeons furent lâchés à 28 km., deux électrisés pendant le transport, comme précédemment, deux autres servant de contrôle, en leur plaçant sur la tête également pendant le transport, l'armature de l'appareil (circuit ouvert), les deux derniers entièrement isolés de tout appareil :

1° Pigeon isolé ,lâché à 9 h. 36, rentre à 10 heures.

2° Pigeon isolé, lâché à 10 h. 45, rentre à 1 h. 7.

3° Pigeon armé, circuit ouvert, lâché à 9 h. 42, ne revient pas.

4° Pigeon armé, circuit ouvert, lâché à 9 h. 47, rentre à 10 h. 45.

5° Pigeon électrisé, lâché à 9 h. 50, rentre à 10 h. 30.

6° Pigeon électrisé, meurt pendant le transport.

Une première idée vient à l'esprit d'un colombophile averti : les Pigeons utilisés pour ces expériences ne présentaient aucune garantie en tant que voyageurs. Des Pigeons qui, dans des circonstances normales, mettent 44 heures pour accomplir 54 kilomètres, ou 2 h. 22 pour parcourir 2 kilomètres, ou qui même, malgré l'exiguité de la distance ne rentrent pas du tout, ne méritent guère le qualificatif de Pigeons-Voyageurs.

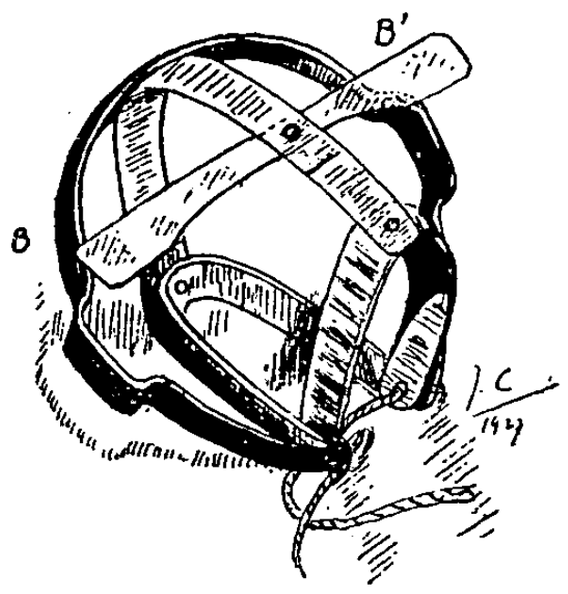


Fig. 238. — Monture de Capuchon : type à barrette transversale B B' destinée à éloigner le voile du globe oculaire.

Une autre idée vient à l'esprit du biologiste : ce n'est pas au repos pendant leur transport, que doivent être influencés ces Oiseaux, mais bien au cours de leur voyage de retour, effectué par leurs propres moyens, en usant d'une certaine activité sensorielle, aux prises avec les manifestations extérieures qu'ils doivent subir et enregistrer. Toute perturbation dans le milieu excitant de l'un de nos sens ne saurait avoir d'influence tangible sur l'organisme sensoriel que si celui-ci déploie en même temps une certaine activité.

Les expériences effectuées au moyen d'ondes électriques sont justement appréciables parce qu'elles nous révèlent le comportement de l'Oiseau : au départ, pendant les déplacements, dans ses ébats autour du colombier, mais jamais au repos. Celles d'Exner paraissent donc à tous égards dénués d'intérêt.

L'an mil neuf cent vingt-sept, le 8 janvier, avec le concours de colombophiles, j ai procédé au lâcher à Poitiers d'un Pigeon-Voyageur de la zone C. de Tours, à destination de son colombier d'adduction : Chatellerault.

Ce volatile qui avait accompli en 1926 plusieurs performances sur Orléans, Montargis, Sens, dont un concours ministériel, portait les bagues matricules 1784-C-26 (Tours). 54-Chatellerault. Il était muni, en outre, d'un étui porte-dépêche, en vue de renseigner, en cas de perte, les personnes qui auraient pu le recueillir, et avait été coiffé environ 2 heures avant le lâcher, d'un casque magnétique.

Cet appareil composé d'une nervure longitudinale en celluloïd, sur laquelle était rivée une bride transversale en acier mince, supportait au droit des oreilles deux pointes coniques de 2 mm. de longueur, les bride et nervure reliées à la gorge de l'Oiseau par des bandes de cuir souple et serrées à la manière de jugulaires (fig. 237).

La bride transversale aimantée par le passage d'un courant solénoïde de 2,5 ampères, retenait au voisinage des pointes coniques une aimantation capable de porter environ 100 grammes par centimètre carré.

Au jour dit, à 1 h. 50, sur les hauteurs de la Boivre, à deux kilomètres au Sud de Poitiers, le Pigeon ainsi équipé est mis en liberté par temps favorable à une envolée, vent Nord-Ouest, visibilité bonne.

Rejeté vers le Sud-Est, il évolue sans ordre à une hauteur voisine de 70 mètres, puis se dirige vers le Sud, où il évolue de nouveau sans ordre, revient vers le Nord-Est et disparaît en tendant vers l'Est. L'observation qui a duré environ 20 minutes, permet de conclure à la désorientation de cet Oiseau.

En effet, manquant le soir à son colombier, à Chatellerault, il n'y rentre que le surlendemain, à 12 h. 45', dépourvu de son casque (1).

A titre de contre-épreuve, je prélève un autre Pigeon, matricule 1781-C-26 (Tours), 55 Chatellerault, même origine, même état de services, que j'équipe avec un autre casque magnétique, identique au précédent, mais en ayant soin de serrer davantage la bride d'acier en forme de fer-à-cheval, afin de le mieux arrimer.

Le 11 janvier, à 11 h. 5, cet autre Pigeon est

(1) La vitesse moyenne de vol pour les Pigeons-voyageurs varie entre 70 et 100 km. à l'heure, suivant les conditions atmosphériques. Elle peut atteindre 120 km. dans des cas particulièrement favorables.

mis en liberté à la Faculté des Sciences de Poitiers, en présence de MM. Reboul, Professeur de Physique ; Billard, Professeur de Zoologie ; Blet, Préparateur de Physique, sur la terrasse du Pavillon de l'Amphithéâtre de Mathématiques, aménagé pour recevoir un poste météorologique.

Au lieu de prendre aussitôt le large, comme il arrive ordinairement dans ce cas, l'Oiseau abandonne ma main pour se poser sur la terrasse, à deux mètres. Il fait quelques pas, le cou tendu, puis s'arrête, la tête complètement immobile, comme si ses sens restaient fermés aux manifestations de l'extérieur. On doit intervenir d'un geste pour le décider à prendre son vol.

Une fois lancé, il fait plusieurs tours sur 20 à 25 mètres de rayon, dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, à environ 15 mètres au-dessus de nous et à gauche, puis se dirige, visiblement désorienté, vers le Sud.

Les circonstances se montrent exceptionnellement favorables à l'observation de cet Oiseau. Pendant le reste de la journée et, le lendemain, il évolue dans le quartier universitaire, volant bas et se posant fréquemment sur cet édifice et sur le pignon principal de l'Eglise N-Dame, située à proximité. Il se gratte, tantôt d'une patte, tantôt de l'autre, pour essayer de se débarrasser de son casque. Enfin le surlendemain, il prend son vol vers 10 heures, vraisemblablement pour s'orienter à la faveur d'une matinée splendide.

Ce départ, qui paraît décisif, correspond à une brusque élévation de pression barométrique (75,9 à 76,1 de 4 à 10 heures), précédée d'une très longue et progressive dépression de plusieurs jours (1).

Vers midi trente, l'Oiseau est en effet constaté à Chatellerault, porteur de son casque, au moment de la distribution du repas, au sein de la colonie dont il fait partie.

La vérification de ce casque donne une éventation magnétique des pointes égales à 1/2 pour le côté droit de la bride, 4/5 pour le côté gauche, celui-ci se trouvait au départ déjà un peu affaibli.

Voulant exprimer expérimentalement le comportement de ce volatile sous un casque non aimanté, j'ai fait lâcher le 9 février 1927, par les soins de Maurice Goux, secrétaire de la Société Colombophile de Chauny (Aisne), son Pigeon N° 5698-24, à Compiègne (sensiblement la même distance). Cet Oiseau, qui fut mis en l'air sur la terrasse du Palais, en présence de cinq colombophiles compiégnois, s'en revint au logis, à Chauny, dans des conditions tout à fait normales, porteur du casque magnétique (modèle A) non aimanté.

(1) Le magnétisme terrestre suit les variations de la pression barométrique.

Influence du spectre solaire et du sol sur l'orientation de la Fourmi (1), et du Pigeon-Voyageur, influence du magnétisme terrestre, de l électricité de l'air, des ondes de T. S. F., du casque magnétique, ne sont plus pour nous surprendre. Constater l'un de ces phénomènes, c'est se rapprocher des autres si l'on observe leur admirable enchaînement. On sait, entre autre, que le magnétisme terrestre est lié à la nature et au relief du sol, aux variations de taches et facules du soleil, des pouvoirs ionisants de l'atmosphère, qu'il modifie son champ suivant qu'il est normal ou parallèle aux faces du vide creusé dans le sol (phénomène constaté dans l'intérieur d'une mine).

Rien ne semble plus concevable que des routes spéciales aux Oiseaux, aux hyménoptères volants et aptères, des lignes de « faîtes et de vallées », pour employer l'expression de Rincher et Thorpe, constituant une véritable topographie de radiations obscures, régnant d'un point à l'autre du globe, sur la terre, dans l'eau, sous l'action combinée du spectre solaire et du magnétisme terrestre, s'exerçant la nuit comme le jour, d'une manière systématique et capable d'impressionner certain organe, chez les animaux éminemment sensibles.

Quel serait alors l'organisme impressionné d'une aussi étrange façon.

Le sens de la direction chez les chauve-souris

Dès 1794, le Naturaliste Italien Spallanzani, essaya de déterminer le sens de direction chez les chauve-souris. Après avoir privé de la vue quelques-uns de ces animaux, il les lâcha dans une chambre et les vit voler sans hésiter à travers la pièce, sans se heurter aux obstacles, ni au plafond.

Rollinet et Trouessart, reprirent les expériences de Spallanzani, elles eurent lieu à Argentôn-sur-Creuse (Indre), dans une grande salle à travers laquelle furent tendus, entre autres obstacles, des fils, des filets, des perches. Toutes les chauves-Souris privées momentanément de la vue qui furent abandonnées à elles-mêmes, dans cette salle, se dirigèrent avec aisance sans se heurter aux embûches. Celles qui eurent les oreilles bouchées volèrent moins bien, elles se frappèrent parfois aux obstacles, la privation de l'odorat ne gêna en rien les sujets.

Un *Khinolophus ferrum equinum* aveuglé n'en vola pas moins bien, un autre Grand-fer-à-Cheval dont les yeux restèrent libres, mais dont les oreilles furent bouchées vola avec beaucoup plus d'hésitation qu'un autre sujet de même espèce dont les oreilles restèrent libres,

(1) Des expériences faites sur *Formica Pratensis* m'ont montré l'influence photo-électrique et du sol sur l'orientation de cet Insecte. Les constatations cadrent avec celles de Santchi et Brun sur Myrmicosisttus et Lassius Niger.

mais dont les yeux furent bandés, cependant il évita les obstacles.

Un Petit-fer-à-Cheval fut privé de la vue, il vola avec hésitation et privé de l'ouïe il chercha à s'accrocher, ne se dirigeant plus qu'avec difficulté.

Des Naturalistes enlevèrent à ces expériences une partie de leur expression. Nivelant les faits, ils conclurent que la chauve-souris se dirige dans l'obscurité, non pas grâce à un sens déterminé, mais grâce à un tact spécial résultant du concours des sensations fournies par plusieurs des organes des sens qui peuvent, en outre, se suppléer mutuellement, au moins dans une mesure assez étendue.

Conclusions vagues, imprécises : si ce n'est pas l'un des organes qui intervient, c'en est un autre, peut être plusieurs autres et, de cette manière, on est sûr de ne pas se tromper.

Diverses considérations d'ordre physiologique, et notamment les expériences de Flourens, attirèrent également mon attention sur cet organe sensoriel (impression visuelles et labyrinthiques associées). J'entrepris alors une série d'épreuves d'inhibition chimique et physique de cet organe.

Le traitement physique envisagé, consistait dans l'injection de paraffine à la température d'environ 35° dans le conduit auditif de l'Oiseau préalablement préparé à cet effet, de manière à bloquer le mécanisme tympanique et obstruer le conduit auditif.

Le traitement chimique paraissant plus efficace consistait en l'absorption par l'Oiseau de chlorhydrate de quinine à doses variables de 25 à 50 centigrammes), à raison de cinq centièmes ou de un dixième tous les deux jours, suivant l'expérience projetée, de façon à créer dans l'oreille interne un désordre de conduction devant se traduire par un bourdonnement connu, sans pour cela incommoder ce volatile qui continuait à se nourrir normalement et conservait sa gaîté coutumière.

On sait, en effet, que le liquide de l'oreille interne se compose d'une dissolution dans un liquide de nature indéterminée de bicarbonate de chaux et de bicarbonate de magnésie avec cristaux de carbonates en excès. En faisant réagir sur ce liquide une solution d'un sel acide de quinine, du chlorhydrate par exemple, il se forme des chlorures de calcium et de magnésium solubles et il se dépose des cristaux de chlorhydrates de quinine. La réaction se fait très facilement sur le porte-objet du microscope (Marage).

Le fait que l'étylcarbonate de quinine n'a pas d'action sur les otolithes et peut être employé sans produire sur le malade des bourdonnements d'oreille caractéristiques, donnerait quelque vraisemblance à cette simple hypothèse sur les bourdonnements et la surdité produits par les sels de quinine.

Les expériences commencées le 19 novembre 1925 et achevées le 1er juin 1926, avec le concours de personnalités colombophiles, permettent de dresser le tableau ci-après.

TABLEAU

MATRICULE	États de services	Nature du traitement	Lieu d'adduction	Lieu de lacher	Distances	Heures	Rentrée
Epreuve sur 5 kilomètres des 15 septembre 1925 et 18 avril 1926							
4130	—	Chimique 0,50 quinine	BEAUCHAMP	HERBLAY	5 km.	15 h.	Lendemain 10 h.30
56008o-22	LILLE 310 k.	Chim. 0,40 q.	CHAUNY (Aisne)	TERGNIER	7 km.	12.15	11 h. 35
Epreuve sur 10 kilomètres (19 novembre 1925)							
5682-242	CHARTRES 182 km. (3 fr.)	Chimique 0,20 (quinine)	CHAUNY	STHUBERT	10 km.	12.32	15.15
Epreuve sur 17 kilomètres (14 février et 18 avril 1926)							
3682-24	CHARTRES	Phys. (paraf.)	CHAUNY	NOYON	17 km.	10.35 11.35	Lendemain 10 h. 10 h.
Epreuve sur 46 kilomètres (28 mars 1926)							
13208-19	race réputée (1° P* à Limoges) Nb* concours	Chimique 0,45 quinine	AMIENS	LASSIGNY	46 km.	8.52	perdu
18258-21	50 concours	Phys. Paraf.	—	—	—	8.12	11.30
Epreuve sur 98 kilomètres (31 mars 1926)							
2514-25	SELLE-LE-GUILLAUME	Chim. 0.50 Q.	PRE-Saint-GERVAIS	CHAUNY	98 km.	13.12	perdu
2542-25	—	Phys. paraf.	—	—		13.05	perdu

Après la cessation du traitement à la quinine, les facultés de retour ne se recouvrèrent complètement qu'au bout de 60 à 65 jours environ.

Remarque. — Si, à très courte distance, le Pigeon retourne néanmoins, on doit remarquer que tout se passe dans un délai extrêmement long, inusité, et qu'il ne s'en égare pas moins au seuil de sa demeure qu'il fréquente et connaît bien, pour peu qu'il ait absorbé une faible quantité de sel.

Reprenant ces expériences avec le concours de M. Rabaud, l'éminent professeur de biologie expérimentale à la Sorbonne, nous avons lâché les 2 et 3 juin, à la tour de la Sorbonne, 70 Pigeons, entraînés aux voyages, provenant des meilleurs colombiers des Fédérations du G.M.P. des 2e, 3e, 5e, 9e et 18e corps. L'envol eut lieu le matin, par temps favorable, visibilité bonne, pression barométrique 76.5 ; il permet de dresser le tableau des résultats ci-après :

a. *Traitement par obstruction du conduit auditif* (2 Pigeons) :

1er Sujet N° 19-17, de Morigny par Etampes, 80 km., rentré le surlendemain 6 heures du matin.

2e Sujet N° 56, de Charge (Indre-et-Loire), 185 km., rentré 7 h. 15 après le lâcher.

La désorientation paraît se confirmer lorsqu'on prive ces volatiles de l'ouïe : aucun des deux Pigeons traités ne retourne normalement à son colombier.

b. *Capuchon oculaire* (5 Pigeons) :

Le type de capuchon employé a subi une sensible modification sur le précédent : la nervure transversale se contre-coude plus largement au droit de l'oreille, de manière à laisser complètement se dégager l'oreille externe, une barrette transversale en celluloïd est placée au-dessus de la nervure longitudinale pour permettre l'éloignement du voile au droit de l'œil et faciliter le battement de la paupière sur son globe (fig. 238).

Les voiles employés, plus opaques que pour les épreuves précédentes ne rendent pas l'Oiseau complètement aveugle, mais l'appréciation des distances devient impossible ; les images de premier plan sont floues, les masses se fondent dans le ciel clair à 30 ou 40 mètres ; un homme ne peut plus se diriger, les yeux ainsi voilés, sans crainte de se heurter aux obstacles.

Le Pigeon subit lui-même ces effets d'invisibilité : il appréhende les obstacles, s'élève d'abord lentement en tournant sur lui-même, puis se hasarde à quelques déplacement horizontaux avec une singulière hésitation. Freinant sans cesse, en espace libre, il se redresse entièrement, le corps debout comme frappé subitement par des visions d'obstacles, ne s'abandonne pas complètement sur sa ligne de vol qui rappelle celle décrite par certains Oiseaux crépusculaires et nocturnes.

Cinq Pigeons sont expérimentés de 6 à 497 km., dont deux, l'un de Chauny, l'autre du Pré-Saint-Gervais, habitués au port du masque ; le 5698-24 a déjà accompli 5 km. dans des conditions analogues pour regagner son colombier :

1er sujet : 2016-26 du Pré-St-Gervais (Seine), 6 km., part en direction, échoue à la Courneuve, sur la ligne de vol Sorbonne-Pré-Saint-Gervais, à 2 km. de son colombier.

2e sujet, 29597-24, de Compiègne, 73 km. : s'élève à 180 m. environ en tournant sur lui-même et disparaît pour s'échouer à Coulommiers, 58 km. de Paris.

3e sujet, 532360-22, de Chartres, 78 km. : échoue rue du Sommerard (300 m. de la Sorbonne).

4e sujet, 5698-24, de Chauny, 106 km. : regagne le voisinage de son colombier où il est capturé le lendemain vers 5 heures.

5e sujet, 7068-28, de Bordeaux, 497 km. : disparu.

Les deux Oiseaux dressés au port du masque partent en direction, on les capture dans leur zone d'habitation. Celui de Chauny ayant parcouru 106 km. est pris aux abords de son colombier, celui du Pré-Saint-Gervais dépasse son colombier pour s'échouer à la Courneuve, deux kilomètres plus loin. Aucun, cependant, n'a pu discerner son colombier même, ce qui paraît indiquer qu'ils n'ont pu faire usage de repaires visuels.

Les trois autres non dressés au port du capuchon partent au hasard, s'échouent en divers points connus, le troisième se perd.

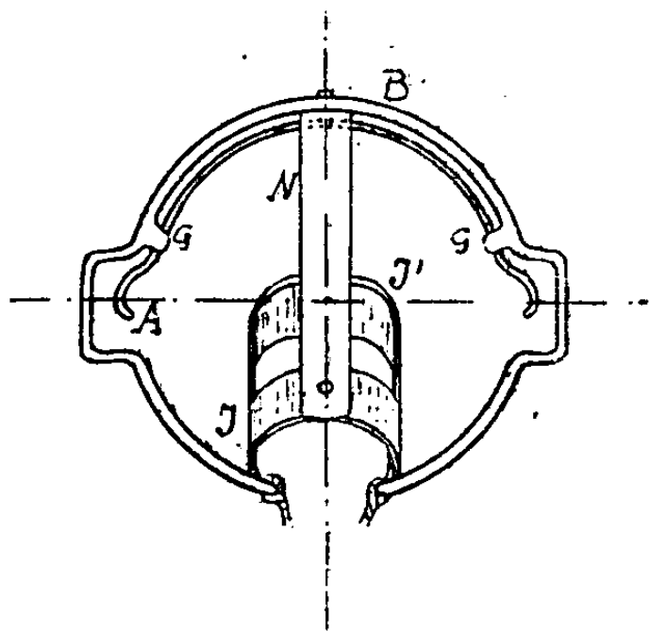


Fig. 239. — Casque aimanté type C fermé (poids 3 gr. 5)
Vue au géométral. Projection Orthogonale sur l'aimant.
B, Bride en aluminium. N, Nervure longitudinale en celluloïd. A, aimant. J, Jugulaire avant. J' Jugulaire arrière. G, Goiffe.

Ces résultats observés sur des Pigeons-Voyageurs privés de l'ouie ou de la vue rappellent ceux observés sur des chauves-souris par Spallanzani, Rollinet et Trouessart.

c) *Casques magnétiques* (8 Pigeons) :

Huit Pigeons sont coiffés d'un casque magnétique ayant subi une très faible aimantation, dont 7 du type préalablement décrit, le 8e d'un casque en aluminium portant un plus faible aimant, mais dont les pointes, plus courtes que dans le premier type, s'arrêtent bien à hauteur de l'oreille (fig. 239).

1er sujet, 13612-26, Morsang-sur-Orge, 20 km., type du casque A : rentre dans la matinée.

2e sujet, 13-26, Melun, 39 km., type du casque A : perdu.

3e sujet, 1030-21, Amiens, 115 km., type du casque A, rentre le soir au colombier.

4e sujet, 932-24, Amiens, 115 km., type du casque C : recueilli à Fricourt, 30 km. au N-E d'Amiens.

5e sujet, 278-23, Tours, 185 km., type du casque A : sans nouvelles.

6e sujet, 1784-26 Chatellerault, 260 km., type du casque A : rentre le lendemain vers 15 heures.

7e sujet, 6057-26, Bordeaux, 497 km., type du casque A : échoue à Melun.

8e sujet, 2712-26, Bordeaux, 497 km., type du casque A : rentre le lendemain à 10 h. 15'.

Contre-épreuve.

A titre de contre-épreuve, des Pigeons lâchés librement (individuellement ou en groupe), quelques minutes après, à destination de Morsang-sur-Oise, Melun, Chartres, Tours, Chatellerault, Bordeaux, rentrent normalement. D'autres, porteurs d'un casque non aimanté, ayant même poids, même encombrement que ceux-ci, lâchés à Melun, Morsang-sur-Orge, Amiens, rentrent aussi normalement, sauf un seul dont on est resté sans nouvelles.

Deux Pigeons s'égarent nettement pour ne rentrer au colombier que le lendemain : l'un à Chatellerault, 260 km., l'autre à Bordeaux, 497 km., un troisième se dirigeant sur Amiens, 115 km., échoue à Fricourt, à 30 km. au Nord-Ouest, au-delà de son colombier. Un autre se perd complètement pour n'avoir à accomplir que 39 km. Aucun des autres ne paraît avoir effectué le voyage imposé à une vitesse normale.

L'expérience dirigée sur Melun, 39 km. est, à cet égard, tout à fait expressive : sur 6 Pigeons prélevés à Melun, deux sont lâchés individuellement, le 13-26, portant un casque magnétique type A se perd, le 988-25, parti avec un casque anti-magnétique retourne au gîte, à la même vitesse que les autres lâchés ensemble un peu plus tard. Cependant le directeur de la Station agronomique de Melun, Président de la Société Colombophile de cette ville, nous confirme la valeur sportive de cet Oiseau, dont il est le propriétaire.

L'expérience dirigée sur Chatellerault vérifie la précédente. Les deux volatiles éprouvés (déjà expérimentés à Poitiers), proviennent du même colombier, de la même souche, ils ont subi les mêmes entraînements en 1926 et 1927 ; le 2781-26, lâché sans casque un peu après le 1784-26, rentre normalement avec 24 heures d'avance sur l'autre, porteur du casque aimanté.

Ces résultats, comparés à ceux ayant trait aux expériences faites à Poitiers pendant le mois de janvier, et déjà exposées, montrent que l'influence du magnétisme sur l'orientation ne s'exerce pas d'une façon uniforme. Celle-ci doit varier avec l'état de l'atmosphère. En effet, le 1784-26, l'un des deux Pigeons ayant mis deux jours pour franchir l'étape Poitiers-Chatellerault (30 km.) par ciel couvert et pluie intermittente, ne met plus que 30 heures environ pour couvrir l'étape Sorbonne-Chatellerault, 8 à 9 fois plus longue.

Cette constatation cadre d'ailleurs avec l'idée qu'on doit se faire de l'influence du magnétisme terrestre sur l'orientation. Les plus remarquables anomalies magnétiques, qu'il s'agisse du champ terrestre ou d'un champ artificiellement créé, ne sauraient désorienter l'Oiseau complètement que dans des cas exceptionnels, lorsque l'ionisation de l'air diminue notablement.

L'observation sur l'influence de ce fluide sur l'orientation de ces volatiles doit donc être conduite en tenant compte des multiples phénomènes susceptibles de le modifier. A cet égard, l'étude du comportement de cet Oiseau pourvu d'un casque diamagnétique au voisinage des organes sensoriels, pendant des exercices d'orientation, s'imposait à nos recherches.

Deux Pigeons, le N° 1012-25 d'Agneste (Oise), et le N° 5622-24, de Chauny (Aisne), coiffés d'un casque analogue au casque antimagnétique, mais dont les plaques au droit de l'oreille avaient été remplacées par des plaques taillées dans du bismuth sur 0,01 × 0,005 × 0,012, furent lâchés à la Sorbonne individuellement, leur rentrée normale au colombier permet de conclure que la présence d'un corps diamagnétique au voisinage du Pigeon, en cours d'orientation, n'a aucune action destructive. Reste à savoir si la présence d'un corps diamagnéique dans la zone d'orientation de ses volatiles peut produire un effet inverse ? La conduite d'une expérience de ce genre présenterait des difficultés sérieuses, en raison du coefficient individuel et de l'influence des éléments instables qui entrent en jeu.

On peut dès lors se faire une idée de l'adduction : une fourmi, une abeille, un pigeon, un Chat, etc., ont-ils vécu un certain temps dans un lieu quelconque, le temps de s'y attacher pour une cause ou pour une autre d'ordre physiologique, l'organe sensoriel subit une accoutumance sous l'influence du milieu extérieur. Que l'animal se déplace d'une certaine distance aussi courte qu'on voudra, le module de ce lieu se trouve modifié en intensité, direction et sens, d'une manière systématique. Il lui est possible de retrouver ce module, sans autre intervention que celle d'une mémoire sensorielle, tout comme il en est du repérage au son à travers les ondes de l'air.

Remarquons que cette conception exclut toute intervention dynamique et psychique. Il s'agirait là d'une forme d'interprétation sensorielle d'un sixième sens : le sens de l'espace, pressenti par de Cyon, et dont l'acuité chez certains animaux, leur permettrait de s'orienter au-delà d'une zone d'influence visuelle, comme l'avait

conçu Gaston Bonnier. Ainsi s'expliqueraient bien des points restés obscurs sur la mesure de l'espace oculaire (impressions visuelle et labyrinthique)...

Tropisme orienté sous l'influence de la gravitation ? Effet Zeman (1) ? Polarisation rotatoire cristalloïde ?

(1) Zeman a découvert que la lumière d'une source est profondément modifiée par l'action d'un champ magnétique intense. Celui de la Terre est comme on le sait, excessivement faible.

Tout récemment, il a été établi une relation autre des anomalies du magnétisme terrestre et celles de la gravitation. *C. R. des Trav. Scient. de l'Institut Physique des Soviets*, par le prof. G. PORTMANN, 15 fév. 1927.

Les recherches se poursuivent, nul doute que nous n'arrivions à éclaircir complètement ce mystère.

JEAN CASAMAJOR.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Juillet 1927). — *Théorie des fonctions.* 1. Dans des Notes antérieures, M. *Octav Onicescu* avait défini l'ensemble de saturation ε d'une fonction génératrice φ (M; P) et il avait montré comment on peut trouver la fonction λ (P) qui permet de représenter une fonction f (M) par une expression

$$\int_{\varepsilon} \lambda (P)\, \varphi (M; P)\, d P ;$$

l'ensemble ε était supposé de mesure non nulle. Actuellement, l'Auteur étend ses résultats au cas où ε est de mesure nulle et régulier (au sens de M. Borel).

2. M. *S. Stoïlow* envisage les transformations (x, y; X, Y) définies par deux fonctions continues; interprétant géométriquement le théorème de M. Picard dans le cas où la transformation est définie par une fonction entière de $x + iy$, il montre que le théorème ne peut subsister dans le cas général et indique pour une classe étendue de transformations une généralisation du même théorème.

3. Soit $f(z) = a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + \ldots$ un développement à coefficients réels et possédant pour $|z| \leqslant R$ p pôles; envisageant les déterminants de M. Hadamard (formés avec les a_i) et un résultat de M. Markoff, M. *Krawtchouk* montre que pour exprimer la réalité des pôles il suffit d'écrire que certains de ces déterminants sont positifs.

4. M. *Serge Bernstein* appelle multiplement monotone d'ordre $h + 1$ dans un intervalle toute fonction qui, dans cet intervalle, est monotone ainsi que ses $h + 1$ premières dérivées; il détermine l'oscillation minimum du polynome $\pm x^n + p_1 x^{n-1} + \ldots + p_n$ dans l'intervalle où il est monotone d'ordre $h + 1$, et celle du polynome analogue $p_0 x^n + \ldots + p_n$, sa dérivée atteignant la valeur 1. Les polynomes correspondants se construisent à l'aide des polynomes de Jacobi.

Analyse. 1. A l'aide d'un changement de variables défini par une intégration d'équations différentielles, M. *Riquier* ramène l'intégration de $A(x,y)\, r + 2B(x,y)\, s + C(x,y)\, t = f(x,y,z,p,q)$ à celle de l'une des équations r ou $s = F(x,y,z,p,q)$; et en vertu d'une transformation qu'il a indiquée récemment, on sait intégrer la première (ou la seconde) de ces équations réduites au moyen d'une formule renfermant une (ou deux) fonctions arbitraires.

2 et 6. M. *G. Pfeiffer* envisage des systèmes aux dérivées partielles possédant l'intégrale de M. P. Hamburger; il les ramène à des systèmes dont l'intégration est équivalente à celle d'un système linéaire complet, et établit une proposition réciproque.

3. En s'appuyant sur des théorèmes de M. Carlson, M. *Soula* établit diverses propositions sur les singularités des fonctions $\Sigma a_n z^n$ et $\Sigma \frac{z^n}{a_n}$; par exemple, si $\sqrt[n]{|a_n|}$ tend vers 1 et si les fonctions n'ont qu'un nombre fini de singularités sur le cercle de convergence $|z| = 1$, ces points sont les sommets d'un polygone régulier.

4. M. *Edm. Lahaye* annonce que par un procédé d'approximations, généralisant celui de M. Picard, il a pu obtenir, pour les équations différentielles une méthode d'intégration qui fournit aisément la forme des développements dans le voisinage des points critiques transcendants et permet de déterminer les singularités mobiles.

5. Poursuivant ses recherches antérieures, M. *René Lagrange* définit des symboles opératoires qui le conduisent, notamment, à généraliser la formule d'interpolation de Newton.

Géométrie. M. *E. Cartan* envisage un espace E_n, à n dimensions, à groupe fondamental G d'ordre $r \geqslant n$, simple ou semi-simple; l'espace E_r, représentatif de ses transformations est riemannien; moyennant certaines conditions relatives au sous-groupe g de G qui laisse invariant un point de l'espace, on peut construire une forme riemannienne, à ds^2 défini ou indéfini, avec ou sans torsion, de la géométrie de groupe fondamental G.

Géométrie infinitésimale. M. *J. Lebel* montre que toute fonction analytique d'une variable complexe fournit, moyennant quadratures, un système de douze surfaces de Darboux, comprenant toujours deux paraboloïdes de révolution égaux, et deux déformations infiniment petites du paraboloïde de révolution.

Géométrie appliquée. 1. M. *André Blondel* établit comment, à l'aide du tracé des trois cubiques $y = x^2 (x + \varepsilon)$ ($\varepsilon = -1, 0, +1$) effectué une fois pour toutes, il est possible de résoudre l'équation du 3e degré et de discuter la réalité des racines, et le signe de ces racines (supposées réelles).

2. M. *D. Wolkowitsch* applique le théorème de Castigliano au problème de la travée encastrée à ses deux extrémités, et il montre comment on peut construire géométriquement le diagramme des moments fléchissants.

Mécanique rationnelle. 1 et 2. M. P. Appell a démontré l'impossibilité du mouvement à la Poinsot pour une masse fluide homogène, ou hétérogène, mais soumise à des forces dérivant d'un potentiel, M. *A. Véronnet* reprend le même problème d'abord en supposant qu'il n'y a pas de fonction de force (la masse fluide tournant alors tout d'une pièce), puis en se plaçant dans l'hypothèse d'un

mouvement permanent ou conservant l'invariabilité géométrique des surfaces de même densité. Il étudie en outre les trajectoires et montre qu'elles sont circulaires et parcourues à vitesse constante.

Mécanique céleste. M. *P. Fatou* poursuit ses recherches sur le mouvement d'un point soumis à l'attraction newtonienne et au potentiel perturbateur $\varepsilon F(r, z^2)$; si le mouvement est périodique, la période devient infinie avec $1 : \varepsilon$, ce qui complique la recherche d'un tel mouvement. Par l'élimination de la longitude l'Auteur parvient à exclure les solutions périodiques.

Hydrodynamique. Envisageant le mouvement d'un liquide indéfini autour d'un solide, M. *D. Riabouchinsky* indique une méthode qui permet de calculer simplement la variation du potentiel du mouvement, quand on passe du solide donné à une solide infiniment voisin.

Physique mathématique. 1 et 3. MM. *D. J. Struik et Norbert Wiener* font dépendre le mouvement de l'électron d'une équation linéaire aux dérivées partielles qui doit rester invariante par des transformations ponctuelles sur les variables indépendantes, ainsi que par une transformation étudiée par M. E. Cotton. L'étude des invariants et des covariants de l'équation, commencée par M. E. Cotton et M. Levi-Cività, ramène aux théories de Weyl, d'Einstein et à l'équation de Schrödinger.

2. Comme le remarque M. *Raoul Ferrier*, la théorie du potentiel-vecteur n'a de signification physique, que sous certaines conditions; elle semble inconciliable avec les phénomènes de quanta. Il suffit pourtant de remplacer le potentiel-vecteur élémentaire par sa composante radiale pour obtenir les équations pré-quantiques, récemment étudiées par l'Auteur.

4. Partant de l'expression de Schwarzschild pour le champ gravifique et de l'équation de Broglie-Schrödinger, M. *H.-L. Vanderlinden* retrouve la loi d'Einstein du déplacement des raies spectrales de l'atome dans le champ du Soleil, ainsi que la loi du déplacement des bandes spectrales.

Calcul des probabilités. 1. Admettons que lorsqu'un joueur bat des cartes chacun de ses gestes constitue une opération élémentaire dont la probabilité est indépendante de la permutation à laquelle elle est appliquée. Ces opérations engendrent un groupe de substitutions dont il faut démontrer que les probabilités-limites sont égales lorsque le nombre des coups de battage croît indéfiniment. Ce théorème, établi par H. Poincaré suivant une méthode assez compliquée, M. Hadamard le démontre par une voie élémentaire, et en traitant un cas que Poincaré n'avait pas envisagé.

3. M. *Eugène Slutsky* définit ce qu'il appelle une série de quantités éventuelles obéissant à une loi sinusoïdale limite et il fournit un exemple de l'existence de pareilles séries.

René Garnier.

Physique

Les phénomènes physiques aux surfaces de séparation. — Aux surfaces de séparation de deux phases, on observe un certain nombre de phénomènes physiques, en particulier des orientations moléculaires. Cette question, sur laquelle les chercheurs portent actuellement leurs efforts, particulièrement en chimie colloïdale, faisait en octobre 1926 le thème d'une discussion générale organisée par la Faraday Society (1).

(1) *Nature* (de Londres), 23 octobre 1926.

Les surfaces de séparation liquide-gaz et liquide-liquide sont les plus accessibles à l'observation, à cause des niveaux équipotentiels que présentent les liquides. On considère comme possible de réaliser, au-dessus des liquides, des couches d'une seule molécule d'épaisseur.

Les couches monomoléculaires constituent des systèmes orientés à deux dimensions, chez lesquels se transposent la plupart des particularités des systèmes ordinaires à trois dimensions, tels que les processus de la vaporisation, les phénomènes de l'allotropie, etc. Dans certaines limites de la concentration, c'est l'analogie entre les propriétés des solutions superficielles et celles des gaz à trois dimensions qui fait présumer le caractère monomoléculaire de la couche. Pourtant ce caractère, qui s'est encore manifesté dans les expériences sur les acides gras peu solubles, ne saurait être considéré comme général, car, par contre, on connaît nombre de solutions pour lesquelles la couche dépasse manifestement l'épaisseur d'une molécule unique.

L'abaissement de la tension superficielle par la présence des couches liquides à deux dimensions amène à envisager, dans ce cas, l'établissement d'une tension superficielle négative. On suppose alors, à l'inverse du point de vue cinétique, qu'une substance étalée sur l'eau n'en couvrirait qu'une aire déterminée, sans se répandre indéfiniment. Le contrôle effectif de l'hypothèse est d'ailleurs du domaine de l'expérience.

Comme c'est le cas pour les solutions, l'adsorption d'ions aux surfaces de séparation liquides met en jeu des forces électriques. La distribution ordonnée des ions, qu'elle entraîne dans la phase interfaciale, serait essentielle à connaître pour l'interprétation des phénomènes d'osmose et de cataphorèse électriques.

Dans le cas d'un solide, les phénomènes consécutifs à l'adsorption sont plus compliqués. Tandis que, sur les surfaces liquides, on trouve surtout des couches d'une seule molécule d'épaisseur, au contraire, sur les surfaces solides, les couches d'épaisseur multimoléculaire sont très fréquentes.

Il est difficile de calculer l'épaisseur de la couche à partir de la quantité de matière adsorbée, à cause de la non-uniformité de sa surface d'un solide. Les discontinuités de l'isotherme d'adsorption peuvent n'indiquer que le recouvrement d'aires d'énergie superficielle inégale, cette circonstance étant susceptible de se relier à un changement de texture superficielle, présence de facettes ou d'arêtes différentes, ou encore de cristaux brisés. D'après la nature spécifique de beaucoup des processus, il conviendrait, dans ces questions, de regarder l'énergie et la structure superficielle comme des facteurs très importants. S. V.

Histoire des Sciences

Au sujet des statistiques et des diagrammes. — L'histoire des sciences nous présente bien des cas dans lesquels la découverte d'une loi de la nature est due au rapprochement, à la comparaison, entre deux phénomènes différents, par exemple, la diminution de la pression atmosphérique d'un côté et les précipitations atmosphériques de l'autre. Toutefois il ne faut pas aller trop vite dans la déduction des lois par cette voie empirique; car l'expérience nous prouve *que les chiffres sont complaisants* et qu'avec de la bonne volonté on tire des diagrammes et des statistiques tout ce que l'on veut. Il est même arrivé que deux chercheurs, travaillant chacun de son côté, ont trouvé pour un phénomène donné des correspondances tout à fait contradictoires et toujours sur la base des statistiques et des diagrammes. Que de correspondances n'a-t-on pas trouvées avec les taches du Soleil? D'après des hommes de foi, pour ne pas dire des

exaltés, on a trouvé que certaines épidémies et des mortalités étaient en rapport avec les *maximums* des taches solaires !

Evidemment de nos jours on fait trop de diagrammes et l'on s'empresse de découvrir des correspondances qui n'ont aucune base sérieuse. C'est qu'on oublie certains principes généraux ou bien on a trop de confiance dans la *théorie des probabilités*. Il n'est pas difficile que par un choix défectueux, incomplet des données ou par des mélanges de cas qui n'ont pas du tout la même probabilité, on en vienne à déclarer qu'il y a 99 probabilités contre une pour que entre deux phénomènes il existe une relation de correspondance ou de dépendance. C'est le *post hoc, ergo propter hoc* des anciens. Les méprises de Laplace sur la masse de *Jupiter* et de Encke sur le parallaxe solaire, c'est-à-dire pour les valeurs de deux constantes de notre système auxquelles il a fallu apporter des corrections que ces savants déclaraient très improbables, ces méprises et une foule d'autres doivent conseiller la prudence aux découvreurs de nouvelles lois.

*
* *

Prenons l'exemple des tremblements de terre. On a remarqué une correspondance entre les phénomènes sismiques et : 1° les taches solaires ; 2° les phases de la Lune ; 3° des oscillations à courte période dans la longitude de la Lune qu'on ne peut aucunement expliquer par la loi de l'attraction. On pourrait ajouter d'autres correspondances.

Or, comment a-t-on fait les statistiques ou tracé les diagrammes à l'appui de ces correspondances ? Si l'on a égard seulement à la *fréquence* des tremblements de terre sans se préoccuper de leur *intensité*, des effets plus ou moins désastreux qu'ils ont produits, on risque de ne rien trouver ou d'aboutir à des résultats illusoires, car les sismographes enregistrent tous les jours des secousses très légères et parfois des manifestations sismiques de quelque importance, sans que l'on constate des effets désastreux. Que de secousses échappent au public, qui nous sont révélées par des appareils très délicats ! Il paraît donc évident qu'il faut tracer une limite au montant de ces manifestations. Va-t-on commencer par le degré 3 ou 4 de l'échelle de Mercalli ?

Même en admettant que l'on commence par un certain degré, faudra-t-il se borner à compter les cas de ces manifestations, en mettant sur le même pied des secousses à peine perceptibles et des tremblements qui ont bouleversé plusieurs régions à la fois ? Songera-t-on à faire autant de statistiques et à tracer autant de diagrammes qu'il y a de degrés dans l'échelle des intensités des manifestations sismiques ? Mais alors les données, le nombre des cas seraient insuffisants et, d'ailleurs, les effets des secousses tiennent surtout aux conditions locales, à la solidité plus ou moins grande des couches du sous-sol. Telle cause étrangère à la Terre, par exemple, les sigicies lunaires, les taches du soleil, qui provoque des crevasses et des éboulements dans une région peu solide, n'en produira pas ailleurs.

Heureusement que la rotation terrestre porte successivement ses différentes régions en face des éléments troublants, et alors, s'ils ont quelque durée (au moins de 24 heures) l'action de ces éléments produira des effets sur toutes les régions terrestres dans une mesure proportionnelle à leur degré de solidité. Mais s'il s'agit de phénomènes de courte durée, les statistiques, par ce que nous venons de voir, ne sont pas une base assez sûre pour établir une loi.

Que de lois n'a-t-on pas cru pouvoir établir pour la prévision du temps, surtout en rapport avec les phases de la Lune ? Or, en admettant le principe que l'action n'est pas instantanée et qu'il faut admettre l'amplitude de quelques jours aux environs d'une phase, on en vient à passer d'une phase à l'autre, et alors de quel droit pourra-t-on établir une correspondance entre la pluie et, pour citer un exemple, le dernier quartier de la Lune ? Si l'on n'y fait pas attention et si l'on ne se met pas dans les conditions précises qu'exige la théorie des probabilités, on en viendrait à trouver un rapport entre les tremblements de terre et... telle configuration des satellites de Jupiter. !

Jean BOCCARDI.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Agronomie

Sélection des semences. — L'intérêt de localiser les travaux de sélection de semences s'affirme dans l'examen attentif des travaux engagés à la Station de sélection de semences de Châteaufarine, installée aux portes de Besançon, dans un domaine un peu trop réduit comportant, toutefois, une installation et un matériel suffisants, le tout fonctionnant avec un personnel peu nombreux et des crédits trop limités ainsi que cela se produit dans la plupart de nos institutions scientifiques. C'est, d'ailleurs, une condition qui oblige parfois les divers services publics ou les organismes locaux à tendre leurs efforts vers un but commun en unissant leurs moyens d'action.

Université, Institut de recherches agronomiques, Offices agricoles régionaux et départementaux, conseils généraux donnent leur concours au moyen de crédits, mais aussi en fournissant partie du personnel et de l'outillage. Que l'appui d'un seul de ces organes vienne à manquer, l'existence de la station se trouvera compromise au grand dommage des agriculteurs de la région qui ont constitué une Coopérative des producteurs de semences complétant l'organisation et assurant la multiplication et la bonne répartition des semences sélectionnées.

Le but peut s'exprimer en peu de mots : « sélectionner et étudier les céréales scientifiquement et pratiquement de manière à obtenir les meilleurs blés et avoines à cultiver dans les parties de la Franche-Comté peu favorisées par l'altitude, le climat et les conditions du sol.

La méthode de travail a été envisagée ainsi par le Professeur Eberhardt, déjà chargé de la station de biologie végétale de l'Université de Besançon.

Les blés constituant ce qu'on appelle les « têtes de lignées » ont été recueillis dans les champs de population variée ; à ces blés sont venus s'ajouter des types nouveaux d'hybrides, plus ou moins fixés, donnés comme purs et provenant de régions ou de stations spéciales dont les conditions se rapprochent de celles de la Franche-Comté.

Dans le premier cas, on établit les lignées pures avec des grains provenant d'un épi déterminé, choisi et recueilli pour ses qualités morphologiques : le port de la plante-mère, l'état de santé qu'il présente au milieu d'un champ plus ou moins atteint par la maladie, la précocité dont fait preuve la plante-mère par rapport à ses voisines, etc.

Dans le second cas, on met en culture tous les grains de la variété à étudier dans un carré de grandeur déterminée par la quantité de graines reçue et c'est dans l'en-

semble des plantes ainsi développées que sont choisis les types considérés comme « têtes de lignées ».

Les lignes pures ainsi établies, les plantes sont placées à 0 m. 20 les unes des autres. Le produit obtenu est trié avec soin; tout grain mal formé est éliminé. Ces grains sont, la même année, semés en ligne sur des carrés de 4 m. sur 4 m. ou de 6 m. sur 6 m.; puis, l'année suivante, sur une surface plus grande : généralement deux bandes de semoir sur 20 mètres de longueur; un an après, sur des bandes de 4 m. sur 100. C'est alors qu'on contrôle le rendement de la variété.

Lorsque l'ensemble des caractères est suffisamment favorable, la semence obtenue est confiée à des agriculteurs choisis dont la bonne volonté est certaine et qui vont être les multiplicateurs de la variété à l'étude, acceptant le contrôle de la Station. C'est ensuite que la distribution en est faite aux membres de la Société coopérative des producteurs de semences sélectionnées formée à cet effet et dont le siège est à la maison de l'Agriculture.

Ainsi, cinq ou six ans d'observations et de manipulations s'écoulent avant que la semence soit mise entre les mains des cultivateurs. Au cours de cette période, les observations se sont accumulées, éliminant toute variation, notant l'aptitude réceptive ou défensive aux maladies et à la verse, la valeur du squelette, la précocité ou la tardivité.

Des analyses ont été faites dès la troisième année visant la composition du grain, sa valeur nutritive, sa richesse en gluten dans chaque variété à l'étude.

Ces renseignements sont complétés la quatrième année par le passage de la graine au moulin afin de connaître le rendement comparatif en farine première, farine seconde et son de chaque variété. Ces renseignements seront complétés, par la suite, par la fabrication avec la farine de chaque variété, d'un pain qui renseignera sur sa valeur réelle au point de vue panification.

Ne servent aux semis, sur les terres de la station, que les grains moyens, nerveux, moins gonflés d'humidité que les plus gros. Il a paru préférable de s'adresser non pas aux individus d'exception, mais à ceux représentant la bonne moyenne. Ce qu'on doit chercher, en effet, ce ne sont pas des types exceptionnels à qualités exacerbées qui seront toujours moins résistants aux maladies, plus délicats, demandant beaucoup plus de soins et des conditions d'évolution particulières, mais des types parfaits au point de vue constitutionnel, d'une rusticité à toute épreuve. Les seules qualités exceptionnelles demandées c'est d'être productifs et précoces, qualités qu'on ne trouve pas à coup sûr dans la grosseur des grains.

Les gros grains, plus farineux, contiennent une proportion d'eau plus grande et sont, par suite, plus sensibles aux fortes gelées qui, en Franche-Comté et dans les régions montagneuses, se montrent fréquentes et destructives.

Toutes les observations recueillies au cours des cinq années sont enregistrées et constituent les archives de la Station.

Les agriculteurs de la région n'hésitent pas à payer une prime assez élevée pour obtenir des semences contrôlées par la Station, répondant à leurs vrais besoins et c'est là le témoignage décisif des services rendus par cette création récente.

L. HAUTEFEUILLE.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 17 août 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Akimoff* (transm. par M. Paul Appell). — **Transcendantes de Fourier-Bessel à plusieurs variables.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *F. Gonseth* et *G. Juvet* (transm. par M. Hadamard). — **Sur la métrique de l'espace à 5 dimensions de l'électromagnétisme et de la gravitation.**

MAGNÉTISME. — *B. Cabrera* et *A. Duperier* (transm. par M. Pierre Weiss). — **Sur le paramagnétisme des familles du palladium et du platine.**

Le Rh +++ donne une variation totale dans l'intervalle de 100° qui n'arrive pas au millième. Pour le Pd ++, il y a une variation de 0,06 pour la suceptibilité du chlorure qui conduit à une augmentation de la susceptibilité atomique, χa, avec la température. Dans la famille du platine, Os ++ et Id +++ changent avec la température d'une façon tout à fait incompatible avec la loi de Curie-Weiss. Leur allure indique qu'il existe une cause de diminution de $X a$ plus importante que les changements d'orientation de l'axe magnétique produit par l'agitation thermique. Pour le Pt ++, on trouve une droite qui indique une diminution de χa avec T, suivant une loi linéaire mais avec un signe négatif pour χa.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Dubouin* (prés. par M. Urbain). — **Application aux oxydes de fer et de néodyme d'une méthode générale de synthèse des silicates.**

L'oxyde de néodyme est projeté dans du fluorhydrate de fluorure de potassium en fusion. Dans le culot fondu, on projette de la silice et après refroidissement on peut isoler par l'eau à côté d'un produit fondu, des cristaux bien isolés. En fractionnant au moyen de la liqueur dense à base d'iodomercurate de baryum le mélange des produits obtenus, l'auteur a isolé : 1° un produit homogène, en fines aiguilles soyeuses correspondant à la formule Nd^2O^3, $3K^2O$, $9SiO^2$; 2° un mélange de cristaux prismatiques duquel 7 fractions ont pu être isolées.

La même méthode s'applique à l'oxyde de fer. M. Dubois a pu ainsi isoler à l'état de pureté la leucite ferrique, déjà reproduite par Hautefeuille.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Georges Lumet* et *Henri Marcelet* (transm. par M. C. Matignon). — **Sur l'utilisation des huiles d'animaux marins et de poissons dans les moteurs.**

Les expériences ont conduit aux conclusions suivantes : 1° La puissance du moteur est très sensiblement la même, soit que l'on fonctionne au gas-oil ou avec les huiles de poisson. Les différences extrêmes notées et qui sont de l'ordre de grandeur de 10 pour 100, peuvent d'ailleurs être sous la dépendance d'un réglage du moteur; 2° La consommation spécifique est un peu plus élevée avec les huiles de poisson et apparemment dans la proportion inverse du pouvoir calorifique; 3° De même que pour les huiles végétales, le fonctionnement général du moteur est plus simple que lors du fonctionnement au gas-oil et le coup de l'explosion moins brutal.

TOXICOLOGIE. — *J. Dadlez* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur la proportion des vapeurs nitreuses au voisinage d'une lampe à arc pour traitement médical.**

L'air a été prélevé à des distances variables d'une lampe, à arc et le dosage des vapeurs nitreuses a été effectué par le procédé Kohn-Abrest. Les résultats sont exposés dans

un tableau. En comparant la dose irritante (0 mgr. 14 à 0 mg. 16 par litre d'air avec la quantité (0 mg. 08) d'acide nitrique, produite à la distance de 50 à 70 cm. après 20 minutes de fonctionnement d'une lampe à arc placée dans une grande pièce, on est amené à conclure qu'il n'y a, dans ces conditions, aucun danger. Au contraire, dans une petite pièce à la même distance, la proportion d'acide nitrique atteint rapidement 0 mg. 17, dépasse après 10 minutes 0 mg. 2, et l'atmosphère s'est chargée d'une proportion toxique de vapeurs nitreuses.

L. FRANCHET.

Séance du 22 août 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Riquier.* — **Sur la résolution numérique de certains systèmes d'équations algébriques entières à un nombre quelconque d'inconnues.**

— *Georges-J. Remoundos.* — **Substitution à l'inverse d'une fonction entière. Une nouvelle généralisation du théorème de M. Picard.**

— *Léon Pomey* (transm. par M. L. Lecornu). — **Existence d'équations différentielles et d'équations intégrales non linéaires (à un nombre quelconque de variables) dont les solutions existent dans le même domaine que les coefficients (équations normales ou linéaires).**

— *J.-A. Lappo-Danilevski* (transm. par M. Hadamard). — **Résolution algorithmique du problème de Poincaré concernant la construction d'un groupe de monodromie d'un système donné d'équations différentielles linéaires.**

— *Miron Nicolesco* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur les fonctions de bipoint et les fonctions aréolairement conjuguées.**

— *René Lagrange* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur certaines suites de polynomes.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *F. Genseth* et *G. Juvet* (transm. par M. Hadamard). — **Sur l'équation de M. Schrödinger.**

MOTEURS A EXPLOSION. — *De Fleury* (prés. par M. Mesnager). — **Sur les formes de chambres à combustion dans les moteurs à explosion et leur effet sur l'endurance.**

Il semble que le degré de développement des surfaces internes possède une influence sur le taux de la compression optimum à mettre en œuvre dans un moteur pour un carburant donné, et sur le degré d'endurance des moteurs; les meilleures solutions constructives pratiques semblent devoir être orientées vers les très hautes compressions, avec des chambres à explosion à grand rapport de surface au volume pour les combustibles sujets à présenter le phénomène de l'onde explosive, en général, et pour l'essence en particulier.

SISMOLOGIE. — *J. Lacoste.* — **Sur la détermination expérimentale du grandissement dynamique des séismographes à la plate-forme.**

On a signalé antérieurement que le grandissement dynamique réel aux grandes périodes paraissait plus élevé que ne l'indique la théorie, mais on n'avait pas dépassé la période de 15 secondes. Les nouvelles expériences faites par l'auteur avec l'appareil Galitzine ont montré également entre le grandissement réel et le grandissement calculé une divergence pouvant être due au mode d'amortissement électromagnétique du pendule. On a utilisé un amortisseur à liquide : les mêmes divergences ont été observées, mais en le rendant indépendant de la plate-forme, on se rapproche davantage des conditions théoriques.

MÉTÉOROLOGIE. — *L. Petitjean* (prés. par M. Bigourdan). **Sur une périodicité et une symétrie de la courbe des pluies à Alger. Application à la prévision des périodes sèches et pluvieuses en Algérie.**

On connait les totaux annuels des chutes de pluie à Alger depuis 1838, l'application de la méthode de Clayton à la recherche de périodicités cachées a permis de reconnaître, dans la courbe des pluies, l'existence de deux ondes sinusoïdales ayant des périodes respectives de 35 et 15 ans. En outre, le diagramme des précipitations, transformé à l'aide du procédé graphique habituel en une courbe réduite, a montré que la courbe présente un point de symétrie simple en 1903, c'est-à-dire qu'elle est symétrique par rapport à un axe vertical passant par le point d'abcisse 1903. En raison de la symétrie présentée par la courbe réduite, on peut, dès à présent, annoncer le caractère du temps en Algérie pour les années 1928 et postérieures. Il suffit de se reporter à la partie de la courbe antérieure à l'année 1878 (symétrique de 1928 par rapport à 1903).

ÉLECTRO-CAPILLARITÉ. — *W. Kopaczewski* et *M. Rosnowski* prés. par M. d'Arsonval). — **Les phénomènes électrocapillaires et les ions.**

Cette étude montre, par les résultats obtenus, que dans les actions des acides et des bases dans la pénétration électrocapillaire des colloïdes l'importance des ions H n'est pas le seul facteur dominant, les anions jouent également un rôle, parfois aussi important.

Les différents ions (anions ou cathions) permettent de renverser le sens de la pénétration électrocapillaire des colloïdes ou tout au moins de l'augmenter ou de l'affaiblir. Les anions agissent surtout sur la pénétration des colloïdes positifs et certains parmi eux possèdent une action particulièrement intense. Les ions d'hydrogène possèdent une influence très énergique sur l'ascension électrocapillaire, mais cette action ne représente pas la totalité de l'action d'un acide : les anions interviennent parfois, à titre prépondérant.

SPECTROSCOPIE — *Tr. Negresco* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la sensibilité quantitative des raies spectrales.**

L'ordre des raies, classées d'après leur sensibilité quantitative décroissante est le même que si on les classait par ordre d'intensité décroissante dans le spectre du métal pur, aussi bien pour les spectres d'arc que pour les spectres d'étincelle.

Lorsque la teneur d'un métal dans l'alliage qui sert de source d'émission diminue, l'intensité de toutes ses raies diminue progressivement et d'une façon continue jusqu'à disparition complète.

La sensibilité d'une raie spectrale quelconque, dans une source d'émission donnée, dépend uniquement de son intensité dans le spectre du métal pur obtenu dans des conditions identiques.

La diminution de la quantité d'un élément dans une source d'émission ne se traduit pas sur les spectres de la même manière que l'abaissement du maximum d'énergie de cette source.

THERMOCHIMIE. — *Henri Marcelet* (prés. par M. C. Matignon). — **Détermination de quelques constantes physiques d'huiles d'animaux marins.**

Les essais ont portés sur quarante huiles fournies par des Cétacés, des Pinnipèdes et des Poissons. Les chaleurs de combustion ont oscillé entre 8593 cal. (*Pseudorca crassidens*) et 10790 cal. (*Centrophorus granulosus*). En général, les huiles contenant du squalène ont été les seules à dégager le plus grand nombre de calories. De deux huiles d'un même animal et de même provenance, l'huile la moins colorée possède un pouvoir calorifique nettement supérieur à celui de l'huile la plus foncée. Les chaleurs de combustion semblent être d'autant plus

élevées que le poids spécifique de l'huile est plus faible.

ÉLECTROCHIMIE. — *A. P. Rollet* (transm. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la façon de se comporter de divers métaux dans l'électrolyse de l'eau par le courant alternatif.**

L'auteur a poursuivi l'étude du dégagement gazeux qui se produit dans l'électrolyse avec courant alternatif du système argent-soude-argent. Il a observé que la densité de courant pour laquelle le dégagement apparaît ne dépend pas de la force électromotrice alternative, et que pour une surface donnée d'électrode, la densité de courant caractérisant l'apparition des bulles de gaz croît toujours jusqu'à une valeur limite pendant que croît la concentration. Cette valeur limite est très rapidement atteinte avec des petites électrodes, plus lentement avec les électrodes de grandes surfaces.

CHIMIE PHYSIQUE. — *M. Demassieux* (prés. par M. Urbain). — **Action de l'acide oxalique sur quelques sels solubles de plomb.**

Dans la réaction de l'acide oxalique sur une solution de chlorure de plomb, il se forme du chlorooxalate de plomb que l'acide oxalique transforme en oxalate de plomb. Les auteurs ont étudié cette réaction en utilisant la méthode des conductibilités électriques. La courbe obtenue en portant en abcisses les quantités d'acide oxalique en centimètres cubes et en ordonnées les conductibilités montre deux changements de direction : le premier correspond à la formation du chlorooxalate en oxalate, le deuxième indique la transformation du chlorooxalate en oxalate de plomb.

Les courbes de conductibilité de l'iodure et de l'oxalate de plomb n'enregistrent qu'un seul changement de direction.

— *W. Ipatieff* et *W. Niklaeff* (prés. par M. Matignon). — **Action de l'hydrogène sur les sels d'étain à températures et pressions élevées.**

L'hydrate stannique fraîchement précipité et lavé a donné à 300°, sous 38 atm. de pression en hydrogène et après 3 heures une réduction d'acide stannique à l'état stanneux, allant jusqu'à l'état métallique à 350° et 50 atm. Le sulfate stannique, (300°, 168 atm., 4 heures) donne du sulfate stanneux en solution et du sulfure stanneux cristallisé ; à 310°, il y a dissociation de l'hydrogène sulfuré avec formation de polysulfure d'étain.

En soumettant à l'action de l'hydrogène les solutions de chlorure stannique, il se produit successivement en faisant varier la température et la pression d'abord un mélange de chlorure stanneux et d'oxyde stanneux, puis, de l'oxyde stannique. On peut pousser la réduction jusqu'à l'étain.

CHIMIE MINÉRALE. — *L. Hackspill* et *E. Rinck* (transm. par M. H. Le Chatelier). — **Sur le déplacement réciproque du sodium et du potassium de leurs chlorures.**

Les expériences faites en 1923 par MM. Jellineck et Tornoff leur avait fourni la constante :

$$C = \frac{[KCl]\,[Na]}{[NaCl]\,[K]} = 12,2 \text{ à } 800°$$

Celles faites par MM. Hackpill et Rinck les conduisent à une constante voisine de 11, à 900°. Ils pensent pouvoir affirmer que la constante augmente lorsque la température s'abaisse. A 800°, ils ont obtenu des nombres voisins de 14 et de 16.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *André Léauté* (prés. par M. G. Charpy). — **Distillation à basse température de houilles à longue flamme agglomérées par un goudron ou une huile de houille.**

Par sa méthode, l'auteur évite le boursouflement et la prise en masse du résidu solide en employant un liant, l'huile anthracénique, qui a une teneur en brai minime tout en conservant des propriétés agglomérantes suffisantes. Le résidu solide est analogue à une anthracite et peut être utilisé comme tel.

Ainsi la méthode permet d'obtenir un résidu très dur et compact, une quantité d'huile sensiblement égale à celle du liant employé et une quantité de gaz variant de 2 à 15 o/o suivant que la distillation est plus ou moins poussée.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix.* — **La constitution lithologique des volcans du Pacifique central austral.**

S'il existe réellement un réservoir commun de magma basaltique ayant alimenté tous les volcans du Pacifique, et si ce magma avait originellement une composition uniforme, il résulte des conclusions de cette Note qu'il s'est produit des variations régionales dans le mode de sa différenciation considérée dans l'espace et sans doute dans le temps, mais cette constatation étant faite, il faut reconnaître que les causes du phénomène nous échappent pour l'instant.

— *Pereira de Sousa.* — **Sur un nouveau gisement de roches intrusives sodiques en Portugal.**

L'auteur a découvert, dans la région de Villa Boim, des roches sodiques, d'un type peu commun, comparables à celles d'Alter Pedroso. Si l'on compare ces roches, de Villa Boim avec celles d'Alter Pedroso, on constate qu'elles sont en moyenne plus riches en minéraux colorés, mais elles ne renferment pas les types mésocrates (busitanite) ou holomélanocrates (pédrosite) dont l'association à des types nettement leucocrates est caractéristique du gisement d'Alter Pedroso.

Les syénites de Villa Boim sont, en général, plus quartzifères que celles d'Alter Pedroso et elles aboutissent à un granite alcalin n'existant pas dans ce dernier gisement.

ALGOLOGIE. — *C. Sauvageau.* — **Sur la végétation continue de certaines Phéosporées annuelles.**

Les organes reproducteurs portés par les Délophycées ne servent ni à les multiplier, ni même à les conserver sous cette forme : ils engendrent des Adélophycées minuscules, uniformes ou hétéroblastiques qui se multiplient comme telles par des organes pluriloculaires et qui, probablement après plusieurs générations, et lorsque vient la saison favorable, engendrent des Délophycées. Puis, ce cycle recommence. La végétation de ces Phéosporées n'est pas interrompue ; elle est continue. Au lieu de représenter une période de vie ralentie, l'état adélophycé correspond à une période de vie très active et très fertile. L'auteur n'y a jamais vu de sporanges uniloculaires, tandis que des sporanges pluriloculaires s'y développent à profusion. Que les éléments émis par ceux-ci germent directement ou après coagulation, on devra en tenir compte dans les théories concernant la reproduction sexuée et l'alternance des états présumés haploïdes ou diploïdes.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Charles Nicolle* et *Charles Anderson.* — **Transmission expérimentale du spirochète de la récurrente espagnole par l'*Ornithodorus moubata* et mécanisme de cette transmission.**

L'*Ornithodorus moubata* est susceptible de transmettre, en plus du spirochète de Dutton dont il est l'agent transmetteur naturel, deux autres spirochètes, l'un, voisin de celui de Dutton, l'autre, très différent. Dans les deux cas, le mécanisme de la transmission est naturel. La démonstration du rôle de l'*O. moubata* dans la transmission des

spirochètes de la musaraigne et du spirochète espagnol, est donc faite ; elle ne pouvait l'être par la méthode de tiques broyées. Les nymphes, nées de tiques adultes, présentent des spirochètes et les transmettent par leurs piqûres, mais seulement à partir du second repas.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Cam. de Bruyne.* — **Contribution à l'étude du processus nutritif de l'oosphère des Abiétinées.**

Avant de servir d'aliment à l'oosphère, les cellules pariétales de l'archégone des Abiétinées subissent une dégénérescence et se désagrègent. Leur déversement opéré, il reste une brèche qui doit aller en augmentant avec l'évolution régressive de la paroi. Mais, à la base de cette couche nutritive, là même où Arnoldi croit avoir vu entrer des noyaux endospermiques voisins, on peut reconnaître, de façon constante, les cellules groupées en tissu plus que partout ailleurs dans l'endosperme et se différenciant de leurs congénères, par leur noyau déjà plus volumineux et par une accentuation de sa colorabilité.

La couche pariétale constitue, en quelque sorte, une glande oloerine qui se renouvelle durant tout le développement de l'archégone.

— *H. Colin* et *A. Augem* (transm. par M. Guignard). — **Nature et métabolisme des glucides chez les Iris.**

L'*Iris germanica*, les espèces voisines, *pallida*, *florentina*, et les innombrables variétés qui en dérivent ont un rhizome à fécule ; l'*Iris pseudacorus*, au contraire, met en réserve une lévulosane, l'irisine, sans trace d'amidon ; ses graines ont un albumen corné, riche en mannosanes. Les recherches des auteurs ont porté sur ces deux types et en plus sur l'*Iris fœtidissima*, chez les feuilles, les rhizomes, les tiges florifères et les graines. Ils font connaître, dans ces divers organes, les pourcentages respectifs, par rapport au poids frais, du réducteur, du saccharose, des lévulosanes et de l'amidon.

Du point de vue physiologique, *I. pseudacorus*, *I. pallida* et *I. fœtidissima* constituent trois types aussi distincts que possible. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner que les croisements mille fois tentés entre ces espèces n'aient jamais été couronnés de succès.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *F. Vlès* et *A. de Coulon* (prés. par M. Henneguy). — **Sur l'interprétation des courbes d'indice de réceptivité des Souris pour les greffes de tumeurs.**

L'expérience a montré que l'injection aux Souris de stocks de produits résultant d'une dislocation poussée jusqu'à un stade déterminé, conduit à une évolution de l'indice de réceptivité pour les greffes de tumeurs qui paraît en relation avec le résultat de la dislocation.

Les types d'évolution des indices de réceptivité en fonction du temps jalonneraient tout simplement les décharges successives en échelons, différant qualitativement et quantitativement, qui résulteraient d'une dislocation de plus en plus avancée d'un certain stock protéique initial. Quant à ce stock protéique initial, on peut, en l'absence d'antigène extérieur, le chercher dans des cytolyses ou caryolyses engagées par des remaniements cellulaires, ou éventuellement dans la dislocation sur place des collections humorales provoquées ou naturelles.

PHYSIOLOGIE. — *S. Voronoff* (prés. par M. E. Leclainche). — **Résultats des greffes sur le troupeau des moutons du Gouvernement général d'Algérie.**

Les géniteurs, greffés avant la puberté, transmettent à leur première génération, au moins en partie, les qualités nouvellement acquises. Sans préjuger ce que l'on pourrait obtenir en greffant à leur tour les béliers issus de greffés et ayant déjà bénéficié des qualités de leurs ascendants, il y a lieu de constater que la plus-value obtenue en poids et en laine de cette première génération offre déjà un avantage considérable pour les éleveurs. Un bélier féconde en moyenne 50 brebis. Cent béliers greffés peuvent donc assurer la fécondation de 5.000 brebis qui donneront environ 5.000 produits supérieurs en poids et en laine, ce qui se traduit par un gain de plusieurs milliers de kilogrammes de viande et de laine.

La richesse en laine et en viande des moutons, dans chaque pays, peut être ainsi considérablement accrue grâce aux géniteurs greffés.

P. Guérin.

NOUVELLES

Congrès international d'hydrologie. — Le 12e Congrès international d'hydrologie, de climatologie et de géologie médicales s'ouvrira à Lyon, le 5 octobre 1927 sous la présidence du Professeur Pic (de Lyon) et se terminera le 9 octobre. Les Sections seront présidées comme suit :

Hydrologie : Professeur Pinella (de Madrid) et Professeur Sellier (de Bordeaux).

Climatologie : Professeur Cérésole (de Padoue) et Professeur Chassevant (d'Alger).

Géologie et aménagement scientifique des stations de cure : Professeur Depéret (de Lyon), membre de l'Institut.

A l'occasion du Congrès, une Exposition internationale des stations hydrominérales, climatiques et marines aura lieu du 5 au 16 octobre.

L'Académie des Sciences sera représentée par MM. Moureu, Depéret, Grignard et Desgrez.

Congrès français de médecine. — Le XIXe Congrès de médecine se tiendra à Paris du 11 au 14 octobre 1927 sous la présidence du Professeur P. Tessier.

Les questions traitées seront : 1° Sémiologie des septicémies médicales ; rapporteurs : MM. Gastinel et Reilly (Paris), de Vezeaux de Lavergne (Nancy), Arloing, P. Dufourt (Lyon) et Langeron (Lille) ; 2° Physio-pathologie des œdèmes : rapporteurs, MM. E. Aubel et P. Mauriac (Bordeaux), P. Govaerts (Bruxelles), Pasteur Vallery-Radot et Nicaud (Paris) ; 3° Indications médicales et valeur thérapeutique de la splénectomie ; rapporteurs : MM. N. Fiessinger et Brodin (Paris), A. Nanta (Alger) et J. Tapie (Toulouse).

A l'issue du Congrès, les 14 et 17 octobre, sera célébré le centenaire de Villemin et la découverte de l'inoculabilité de la tuberculose.

Enfin, pendant le Congrès se tiendra une Exposition de journaux et de livres médicaux, de produits pharmaceutiques, d'appareils d'hygiène et de radiologie, d'instruments de laboratoire, Exposition qui sera complétée par celle du centenaire de Villemin. L. F.

Vie scientifique universitaire

Universités. — *Office national de prêts d'honneur pendant l'année* 1925. — L'Office a commencé à fonctionner normalement en 1925, et dans le rapport adressé au Président de la République par le Ministre de l'Instruction publique, Président du Conseil d'Administration, nous relevons les chiffres qui figurent ci-dessous.

Dans la période comprenant la fin de l'année scolaire 1924-1925 et le début de l'année scolaire 1925-1926, une

somme de 1.712.380 francs a été concédée à 681 étudiants.

Dans l'année scolaire 1924-1925 une somme de 1.499.610 francs a été concédée à 620 étudiants. Dans ces prêts d'honneur Paris tient la place la plus importante : 62 p. 100. La proportion pour les autres centres est la suivante :

Lyon	5	p. 100
Toulouse	4,3	—
Grenoble et Nancy	3,5	—
Aix-Marseille	3,4	—
Bordeaux, Lille et Rennes	3	—
Strasbourg	2,4	—
Alger et Montpellier	2,1	—
Caen	1,3	—
Clermont-Ferrand	0,8	—
Dijon	0,3	—
Poitiers	0,15	—

Le tableau suivant montre comment à varié, entre un minimum de 500 francs et un maximum de 6.000 francs l'importance des prêts concédés en 1925 :

TAUX des prêts.	NOMBRE Paris	Départements.	Totaux
500	1	2	3
800	2	1	3
1.000	20	24	44
1.070	»	2	2
1.140	»	1	1
1.200	»	15	15
1.250	»	1	1
1.300	»	2	2
1.500	31	43	74
1.700	3	»	3
1.800	1	3	4
1.850	1	»	1
2.000	81	58	139
2.200	1	»	1
2.400	5	2	7
2.500	34	49	83
2.700	»	7	7
2.800	3	»	3
3.000	151	38	189
3.200	»	1	1
3.500	10	9	19
3.600	3	»	3
3.800	2	»	2
4.000	35	10	45
4.500	2	1	3
4.800	»	1	1
5.000	15	6	21
6.000	2	2	4
Totaux	403	278	681

Ces chiffres font ressortir qu'à Paris comme en province les prêts les plus usités sont ceux de 1.000, 1.500, 2.000, 2.500, 3.000 et 4.000 francs, 574 prêts, soit 85 p. 100 des prêts accordés dans l'année, se répartissent en effet ainsi :

189 prêts de 3.000 francs.	74 prêts de 1.500 francs.
139 prêts de 2.000 francs.	45 prêts de 4.000 francs.
83 prêts de 2.500 francs.	44 prêts de 1.000 francs.

Le tableau suivant indique la répartition par Etablissement d'Enseignement, des bénéficiaires des prêts concédés en 1925 :

ÉTABLISSEMENTS	Nombre de bénéficiaires
Facultés et Instituts techniques.	
Faculté de droit	48
Facultés et écoles de médecine	86
Facultés des sciences	75
Facultés des lettres	66
Facultés et écoles de pharmacie	21
Instituts d'université	60
Ecole supérieure des sciences et des lettres de Rouen	1
Etablissements publics.	
Ecole des langues orientales vivantes	3
Ecole des beaux-arts	29
Ecole nationale des arts décoratifs	1
Conservatoire de musique	1
Ecole centrale des arts et manufactures	62
Ecole normale de l'enseignement technique	4
Ecole supérieure des mines	13
Ecole nationale des mines de Saint-Etienne	3
Ecole nationale des ponts et chaussées	14
Ecole d'application du génie maritime	2
Ecole de médecine navale	2
Ecole des hautes études commerciales	16
Institut national agronomique	6
Ecole nationale d'agriculture de Grignon	1
Ecole nationale d'horticulture de Versailles	2
Ecoles nationales vétérinaires	3
Ecole coloniale	3
Institut d'agronomie coloniale	3
Etablissements libres.	
Facultés catholiques de Paris	2
Facultés de Lille	4
Facultés d'Angers	2
Facultés de Toulouse	4
Ecole libre des sciences politiques	2
Ecole supérieure des sciences économiques et commerciales, à Paris	1
Institut industriel du Nord de la France, à Lille	3
Institut polytechnique de l'Ouest, à Nantes	4
Ecole supérieure d'électricité	6
Ecole supérieure d'aéronautique	6
Ecole spéciale des travaux publics, à Paris	53
Ecole centrale lyonnaise	2
Ecole de chimie industrielle, à Lyon	12
Ecole d'ingénieurs, à Marseille —	1
Ecole de chimie, à Bordeaux	1
Ecole supérieure de chimie, à Mulhouse	2
Ecoles dentaires	35
Ecole spéciale d'architecture, à Paris	2
Ecoles de dessin	3
Total	681

Relativement au fonctionnement financier de l'Office, le compte de l'exercice s'établit ainsi au 31 mars 1926 :

Recettes	3.201.789 21
Dépenses	1.564.925 85
Excédent de recettes	1.636.863 36

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Cours publics et gratuits pour l'année 1927-1928.

MATHÉMATIQUES. — M. Bricard, Professeur. — Mathématiques générale, 1re année : Compléments d'algèbre. Analyse mathématique.

Le cours s'ouvrira le samedi 5 *novembre à* 21 *h.* 1/4 et continuera les *mercredis et samedis* à la même heure.

MÉCANIQUE. — M. Kœnigs, Professeur. — Compléments de cinématique. Compléments de dynamique. Dynamique du corps solide. Dynamique cinétique de machines.

Le cours ouvrira le *vendredi 4 novembre à* 21 *h.* 1/4 et continuera les *mardis et vendredis* à la même heure.

MACHINES. — M. Sauvage, Professeur. — Moteurs à combustion interne. Machines frigorifiques. Air comprimé. Appareils de levage.

Le cours ouvrira le *jeudi* 3 *novembre à* 21 *h.* 1/4 et continuera les *lundis et jeudis* à la même heure.

PHYSIQUE GÉNÉRALE DANS SES RAPPORTS AVEC L'INDUSTRIE. — M. Lemoine, Professeur. — Electricité : Phénomènes fondamentaux du Magnétisme et de l'Electrostatique. Ions et électrons. Télégraphie sans fil. Radium et corps radioactifs.

Le cours ouvrira le *vendredi 4 novembre à* 20 *heures* et continuera les *mardis et vendredis* à la même heure.

ELECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — M. Chaumat, Professeur. — Courants alternatifs. Groupes convertisseurs. Organisations des usines génératrices. Applications mécaniques de l'électricité. Eclairage. Electro-chimie et électro-métallurgie.

Le cours ouvrira le *jeudi* 3 *novembre à* 20 *heures* et continuera les *lundis et jeudis* à la même heure.

MÉTALLURGIE ET TRAVAIL DES MÉTAUX. — M. L. Guillet, Professeur. — Métallurgie générale. Métallurgie du Fer. Métallurgies autres que celle du Fer.

Le cours ouvrira le *samedi* 5 *novembre à* 20 *heures* et continuera les *mercredis et samedis* à la même heure.

CONSTRUCTIONS CIVILES. — M. Mesnager, Professeur. — Résistance des matériaux.

Le cours ouvrira le *jeudi* 3 *novembre à* 21 *h.* 1/4 et continuera les *lundis et jeudis* à la même heure.

CHIMIE GÉNÉRALE INDUSTRIELLE. — M. Job, Professeur. — Chimie organique : Composés du carbone. Analyse. Fonctions simples. Formules. Principaux groupes de composés organiques.

Le cours ouvrira le *jeudi* 3 *novembre à* 21 *h.* 1/4 et continuera les *lundis et jeudis* à la même heure.

CHIMIE AGRICOLE ET ANALYSE CHIMIQUE. — M. Schlœsing, Professeur. — L'atmosphère, milieu nutritif des plantes. Bactériologie. Sols agricoles. Analyse des gaz.

Le cours ouvrira le *samedi* 5 *novembre à* 20 *heures* et continuera les *mercredis et samedis* à la même heure.

Exercices pratiques d'analyse, le dimanche matin, à partir du mois de janvier.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — M. E. Fleurent Professeur. — Industries basées sur l'utilisation des matières végétales (fin). Industries basées sur l'utilisation des matières animales.

Le cours ouvrira le *vendredi 4 novembre à* 20 *h.* et continuera les *mardis et vendredis* à la même heure.

CHIMIE APPLIQUÉE AUX MATIÈRES COLORANTES, BLANCHIMENT, TEINTURES, IMPRESSIONS ET APPRÊTS. — M. Wahl, Professeur. — Etude des fibres textiles. Etude des matières colorantes.

Le cours ouvrira le *jeudi* 3 *novembre à* 20 *heures* et continuera les *lundis et jeudis* à la même heure.

CHIMIE APPLIQUÉE A LA CÉRAMIQUE, AUX CHAUX ET AUX CIMENTS. — M. Granger Chargé de cours. — Les poteries. Les faïences. Les grés. Les porcelaines. Décoration céramique.

Le cours ouvrira le *mercredi* 9 *novembre à* 21 *h.* 1/4 et continuera les *mercredis* à la même heure.

CHIMIE APPLIQUÉE A LA VERRERIE ET AU CHAUFFAGE INDUSTRIEL. — M. Damour, Chargé de cours. Dix leçons de chauffage industriel (3e année du cycle triennal).

Dix leçons de verrerie (2e année du cycle triennal).

Le cours ouvrira le *samedi* 5 *novembre à* 21 *h.* 1/4 et continuera les *samedis* à la même heure.

FILATURE ET TISSAGE. — M. Dantzer, Professeur. — Soie naturelle. Soies artificielles. Fils. Feutre. Tissus.

Le cours ouvrira le *samedi* 5 *novembre à* 20 *heures* et continuera les *mercredis et samedis* à la même heure.

ART APPLIQUÉ AUX MÉTIERS. — M. Magne, Professeur. — Décor combiné de relief et de couleur.

Le cours ouvrira le *vendredi 4 novembre à* 21 *h.* 1/4 et continuera les *mardis et vendredi* à la même heure.

AGRICULTURE ET PRODUCTIONS AGRICOLES. — M. Heim de Balsac, Professeur. — Agriculture générale. Agriculture spéciale et productions agricoles.

Le cours ouvrira le *vendredi 4 novembre à* 20 *h.* et continuera les *mardis et vendredis* à la même heure.

ECONOMIE POLITIQUE. — M. Simiand, Professeur. — Vie économique. Biens économiques.

Le cours ouvrira le *jeudi* 3 *novembre à* 20 *h.* et continuera les *lundis et jeudis* à la même heure.

ECONOMIE INDUSTRIELLE ET STATISTIQUE. — M. Liesse, Professeur. — Circulation des richesses. Statistique.

Le cours ouvrira le *vendredi 4 novembre à* 21 *h.* 1/4 et continuera les *mardis et vendredis* à la même heure.

ORGANISATION DU TRAVAIL ET ASSOCIATIONS OUVRIÈRES. — M. Aucuy, Professeur. — Rapports du capital et du travail. La collaboration de la main-d'œuvre, de la direction et du capital.

Le cours ouvrira le *jeudi* 3 *novembre à* 21 *h.* 1/4 et continuera les *lundis et jeudis* à la même heure.

THÉORIE GÉNÉRALE DES ASSURANCES ET ASSURANCES SOCIALES. — M. N..., Professeur. — Un avis ultérieur indiquera la date d'ouverture et le programme du cours.

HYGIÈNE ET PHYSIOLOGIE DU TRAVAIL. — M. Pottevin, Professeur. — Hygiène. Assainissement. Accidents du travail. Facteur humain. Orientation et formation professionnelles.

Le cours ouvrira le *samedi* 5 *novembre à* 20 *heures* et continuera les *mercredis et samedis* à la même heure.

DROIT COMMERCIAL. — M. Percerou, Professeur. — Effets de commerce. Opérations de banque. Faillites, liquidations judiciaires et banqueroutes.

Le cours ouvrira le *samedi* 5 *novembre à* 20 *heures* et continuera les *mercredis et samedis* à la même heure.

GÉOGRAPHIE COMMERCIALE ET INDUSTRIELLE. — M. Hauser, Professeur. — Géographie de la production. Métaux. Substances alimentaires. Engrais. Textiles. Bois. Oléagineux. Caoutchouc.

Le cours ouvrira le *samedi* 5 *novembre à* 21 *h.* 1/4 et se continuera les *mercredis et samedis* à la même heure.

NAVIGATION AÉRIENNE. — M. Soreau, Chargé de cours. — Etude du milieu. Résistance de l'air. Moteurs. Aviations. Ballons dirigeables.

Le cours ouvrira le *lundi* 7 *novembre à* 20 *heures* et continuera les *lundis* à la même heure.

Travaux pratiques

Année scolaire 1927-1928 :

MACHINES. — Les mercredis à 14 heures à partir du 19 octobre.

Physique industrielle. — Les jeudis à 14 heures à partir du 20 octobre.

Métallurgie et Travail des métaux. — Les vendredis : 1re année, de 13 h. 45 à 17 heures. — 2e année, de 15 h. 45 à 19 heures. A partir du 21 octobre.

Mécanique. — Les samedis à 14 heures à partir du 15 octobre.

Électricité industrielle. — Les samedis à 14 heures à partir du 22 octobre.

Chimie générale. — Les samedis à 14 heures à partir du 5 novembre.

Chimie appliquée a la verrerie et au chauffage industriel. — Les mercredis à 14 heures à partir du 20 octobre.

Chimie appliquée a la céramique, aux chaux et aux ciments. — Les mercredis à 14 heures à partir du 29 février.

Chimie appliquée aux matières colorantes. — Les vendredis à 14 heures à partir du 4 novembre.

Filature et Tissage. — Les mardis à 14 heures à partir du 18 octobre.

Art appliqué aux métiers. — Les samedis à 14 heures à partir du 22 octobre.

Ecole nationale des Ponts et Chaussées. — Une chaire de professeur du cours de chemins de fer est vacante.

Les candidats sont invités à adresser leur demande, accompagnée de leurs titres et références, avant le 10 octobre 1927 au directeur de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées, 28, rue des Saints-Pères (7e).

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Optique cristalline. Polarisation rotatoire. Etats mésomorphes, par H. Bouasse. In-8° de la *Bibliothèque scientifique de l'ingénieur et du physicien*, de 398 pages avec 214 figures. Delagrave, éditeur. Paris.

Dans cet ouvrage, M. Bouasse étudie les divers phénomènes qui sont liés à l'existence du pouvoir rotatoire. Après avoir établi les lois générales de la polarisation rotatoire en lumière monochromatique et en lumière blanche et analysé le rôle des lames cristallines dans les appareils interférentiels, il expose les propriétés des corps pseudo-isotropes doués de pouvoir rotatoire et celles des antipodes optiques, à propos desquels se posent encore tant de problèmes intéressants. Viennent ensuite la double réflexion elliptique, les phénomènes en lumière convergente, la polarisation rotatoire magnétique et l'étude des phénomènes que présente l'association de la double réfraction avec la polarisation rotatoire. Les derniers chapitres sont consacrés : aux empilements de lamelles cristallines qui permettent de reproduire la polarisation rotatoire et fournissent une image de la structure des cristaux actifs ; aux phénomènes si curieux que présentent certains liquides anisotropes dénommés par Lehmann cristaux liquides et sur lesquels Friedel a publié de belles recherches.

A. Bc.

Radiotélégraphie et radiotéléphonie (Ondes électriques), par M. E. Haudié. In-8° de 158 pages avec 120 figures et 8 planches hors texte. Société d'Editions géographiques maritimes et coloniales, Paris.

Le livre de M. Haudié est un excellent exposé de la radioélectricité et de ses applications. L'auteur ne s'est pas contenté de donner un recueil de recettes permettant à tout amateur de recevoir des signaux hertziens. Il a exposé scientifiquement, sans aucun appareil mathématique, les principes sur lesquels repose cette branche nouvelle de la science et il fait comprendre sous l'empire de quelle nécessité pratique les dispositifs primitifs ont été perfectionnés. Quiconque possède des notions élémentaires de physique pourra lire cet ouvrage qui le mettra au courant de l'état actuel d'une science en pleine évolution. L'auteur a, en effet, exposé les perfectionnements les plus récents de la radioélectricité : utilisation des ondes entretenues, avantages des ondes courtes, ondes dirigées, radiogoniométrie et radiophares, ont fait l'objet de chapitres intéressants.

A. Bc.

Mesures électriques, par Jean Granier, Ingénieur préparateur à la Faculté des Sciences de Montpellier. In-16 de 200 pages avec 85 figures. (*Collection Armand Colin*). Colin, éditeur. Paris. — Prix :

L'auteur s'est proposé d'indiquer les méthodes générales des mesures électriques actuellement employées. Laissant de côté la description détaillée des appareils commerciaux, il s'est borné à indiquer de temps en temps quelques-unes de leurs caractéristiques, simplement pour en fixer l'ordre de grandeur. Par contre, il a tenu à donner pour chaque quantité à mesurer un grand nombre de méthodes reposant sur des principes différents. Son ouvrage est d'une lecture facile, quoique fort instructive. Tous ceux qui ont à faire usage de mesures électriques seront heureux de cet exposé clair et concis, très suffisant pour leur remettre en mémoire les méthodes qu'il est possible d'appliquer et pour leur permettre de choisir en connaissance de cause celles qui répondent le mieux à leurs problèmes.

J. B.

Eléments de Thermodynamique, par A. Turpain, de Poitiers, Professeur à la Faculté des Sciences. In-8° de 168 pages, Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix :

M. A. Turpain est un physicien qui a le sens de l'expérimentation particulièrement aiguisé : c'est aussi un de nos professeurs les plus clairs ; ses Eléments de Thermodynamique sont imprégnés de ses deux qualités. Il y place l'expérience à la base de toutes les théories qu'il développe ; quoique son ouvrage soit particulièrement succinct, il a réussi à y introduire avec beaucoup de clarté tous les développements nécessaires aux applications et à la compréhension des théories. Nul doute que ce nouvel ouvrage ne rencontre auprès du public le succès qu'ont eu les huit éditions successives des Leçons élémentaires de Physique.

La Table des matières que nous reproduisons ci-dessous montre bien l'esprit du livre :

Chapitre Ier. — Quantité de chaleur mise en jeu dans une transformation. — II. Travail mis en jeu. — III. Principes de l'équivalence. — IV. Principe de Carnot-Clausius : maximum de rendement postulatum de Clausius ; températures absolues : l'entropie. — V. Les relations de Clapeyron. — VI. Températures absolues et thermomètres arbitraires. — VII. Théorème et fonction de Carnot. — VII. Retour à l'expérience. Confrontation des relations de Clapeyron avec l'expérience. — IX. Fonctions caractéristiques et potentiels thermodynamiques. — X. Application du potentiel thermodynamique. — XI. Les gaz parfaits. — XII. Les gaz réels, la surface caractéristique et les états correspondants. — XIII. Les vapeurs saturantes. — XIV. Théorie thermodynamique de la pile. XV. — Les

facteurs de l'énergie ; la dégradation et l'évolution de l'énergie : notions d'énergétique.

Formulaire groupant toutes les formules établies.

Onze tableaux de valeurs numériques.

J. B.

Précis de Chimie (*Généralités, Chimie minérale, Chimie organique*) à l'usage des étudiants du P.C.N., des médecins, pharmaciens, industriels, par Marcel Boll et P. A. Canivet. In-16 de VI-714 pages avec 42 figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 56 francs.

Dans leur *Précis de Chimie*, MM. Boll et Canivet présentent les phénomènes chimiques et leur interprétation suivant les conceptions les plus modernes, et en même temps avec la clarté si nécessaire, mais qui fait souvent défaut, dans ces ouvrages spéciaux destinés surtout aux *étudiants*.

L'ouvrage est divisé en quatre parties : la première est consacrée à la Structure de la matière : l'Atome et ses constituants, les états cristallin et amorphe. Elle se termine par un exposé des principes de l'analyse.

Dans les deuxième et troisième parties les auteurs ont condensé la Chimie minérale : les sels métalliques sont étudiés à propos de leurs acides, ce qui a permis d'alléger considérablement la description des métaux et des cations.

La quatrième partie traite de la Chimie organique : on a distingué nettement des composés alkyliques (y compris les cyclanes) et les composés aryliques où on peut considérer que le carbone fonctionne comme trivalent.

Ce nouveau *Précis* sera bien compris par tous ceux qui ne possèdent, en mathématique et en physique que des notions élémentaires.

S. B.

La pratique de la désinfection, par les Drs A. Besson et G. Ehringer. In-8° de 852 pages avec 174 figures. J.-B. Baillière et Fils, éditeurs, Paris. — Prix : 75 fr.

Cet ouvrage rendra les plus grands services aux médecins et aux fonctionnaires chargés de veiller à l'hygiène des collectivités, mais il est incontestable que c'est surtout pour les directeurs de bureaux d'hygiène qu'il constituera un guide particulièrement précieux.

Les auteurs y ont tout d'abord rassemblé ce qui concerne la législation sanitaire, c'est-à-dire les lois, décrets et règlements qui régissent en France la prophylaxie des maladies infectieuses ; ils y étudient ensuite tous les procédés de désinfection, d'efficacité inégale, mais qui tous trouvent leur application suivant les cas ou les circonstances.

Une partie importante de l'ouvrage est d'ailleurs consacrée au choix et à la mise en œuvre de ces divers procédés, suivant qu'on veut désinfecter des produits pathologiques, des locaux, des meubles, du linge, des objets de toilette, des livres, etc... Sept chapitres ont même été, avec raison, réservés à l'étude de la désinsectisation et de la dératisation. Enfin, une cinquième et dernière partie, comportant 72 pages, renferme tout ce qu'il est utile de savoir pour lutter efficacement contre la propagation des maladies infectieuses, en général, et de chacune d'elles en particulier.

L'étude détaillée des désinfectants chimiques, de leurs propriétés respectives, de leur mode d'emploi et de leur mode d'action, ainsi que des procédés permettant d'apprécier la valeur d'un antiseptique intéressera certainement tous les chimistes et bactériologistes des laboratoires d'hygiène. Il est regrettable que les auteurs aient négligé la bibliographie, mais tel qu'il est, leur ouvrage est d'un intérêt pratique indiscutable. Il constitue réellement un complément des plus utiles aux meilleurs manuels d'hygiène.

A. B.

Organisation et Hygiène sociales. *Essais d'hominiculture*, par Jules Amar, professeur de Physiologie du Travail au Conservatoire national des Arts et Métiers, Membre de l'Académie des Sciences de Lisbonne. In-8° de X-692 pages avec 110 figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 126 francs.

L'Hominiculture de M. Amar est l'Eugénique de Galton, c'est-à-dire « la science appliquée à la protection et au perfectionnement des races », c'est l'étude de « l'hygiène de l'individu et des collectivités, la physiologie et la psychologie du travail, les sports et le problème de l'hérédité, tant normale que pathologique. » Cette étude intéresse donc tout particulièrement ceux qui vivant en contact journalier avec les collectivités ont la responsabilité de leur éducation et de leur direction au point de vue de l'hygiène, base de l'hominiculture.

Les éducateurs, les chefs d'industrie, les commerçants trouveront dans ce livre tout ce qu'ils doivent savoir pour combattre efficacement les misères de la vie sociale et en prévenir les tares. Ils comprendront que l'hygiène, considérée au point de vue de ses applications et de sa diffusion dans les masses, n'est pas strictement du domaine médical et que chacun peut collaborer efficacement à la défense de l'organisme.

L'ouvrage est divisé en douze livres dans lesquels est étudiée l'évolution humaine depuis l'enfance jusqu'à l'âge mûr, au milieu de la famille, à l'école, au stade, au bureau, à l'atelier. Ils mettent en relief les avantages du service social à l'usine pour la mère et l'enfant, pour la natalité, la prophylaxie. Ils suggèrent des vues sur les causes de la vieillesse et des maladies sociales : tuberculose, syphilis, cancer, alcoolisme, abus des stupéfiants.

S. B.

Les courants de la pensée philosophique française, par André Cresson, docteur ès-lettres professeur au lycée Condorcet. 2 vol. in-16 de 210-212 pages. (*Collection Armand Colin*). Colin, éditeur, Paris.

Audacieuse entreprise que de faire tenir en 400 pages toute l'histoire de la pensée française ! Il était difficile d'y réussir mieux que M. Cresson. Sous sa direction avisée le lecteur, ami des idées, ne risque pas de s'égarer au milieu de notre copieuse littérature philosophique : chacune de ses productions essentielles est caractérisée de la façon la plus nette et rattachée à l'un des deux pôles entre lesquels, selon l'auteur, a toujours oscillé la réflexion humaine : le pôle moral ou l'action, le pôle intellectuel ou la spéculation. Entre les deux s'agite « le balai magique de l'Apprenti Sorcier » : l'esprit critique, qui s'efforce de couper les liens par où les penseurs s'acharnent à réunir la théorie et la pratique. On sait l'importance de son œuvre chez nous ; peut-être M. Cresson a-t-il un faible pour lui qui lui fait un peu exagérer cette importance. On lui reprochera sans doute d'avoir traité le Moyen-Age d'une façon bien sommaire, d'avoir donné à la philosophie du XVIIIe siècle et au positivisme une place disproportionnée, alors qu'il a omis un Maine de Biron, un Cournot, un Ravaisson... Mais le propre d'un tel travail est d'être partial et incomplet. M. Cresson ne s'en cache pas. Et tout le monde lui accordera que son livre est tel qu'il l'avait souhaité : clair, sobre, accessible à tous, et surtout merveilleusement vivant.

R. Troude.

La Chaîne des harmonies, ou La Spirale dans la nature, par Paul Choisnard, ancien élève de l'Ecole polytechnique. In-8° de 220 pages avec figures. E. Leroux, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

M. Choisnard est, peut-on dire, un polygraphe. Il a en effet publié une trentaine d'ouvrages sur les sujets les plus curieux et les plus divers, traitant, de préférence, des questions de philosophie proprement dite, ou abordant des problèmes psycho-sociologiques, ou enfin s'essayant sur les difficultés d'astrologie scientifique et expérimentale, voire d'astrologie logique. Il donne aujourd'hui une 2e édition, revue et augmentée d'un de ses principaux ouvrages : « La Chaîne des harmonies » dont le but est de montrer et de démontrer l'importance fondamentale de la spirale dans la nature, comme régulatrice de l'ordre finaliste du Cosmos.

Ce serait une erreur de croire que cet ouvrage, malgré son sous-titre, ne soit qu'une étude mathématique et mécanique de cette belle courbe géométrique. Dépassant des frontières aussi limitées, le livre de M. Choisnard est, en réalité, une œuvre de critique, et, en même temps, la réhabilitation d'une métaphysique injustement discréditée, à son avis, et sans raison, celle de la scolastique en général, et surtout celle de son représentant le plus célèbre, de St-Thomas, l'ange de l'école.

Cela dit, esquissons le principal de sa doctrine. — Le mouvement est un fait universel dans la nature. Il émane d'une énergie dynamique, dont les vibrations se propageant à travers l'éther et grâce à l'éther, se *transmuent* en effets multiformes, de la matière brute à la matière vivante et de celle-ci à la pensée consciente. Ses lois régissent les rapports des phénomènes, et des êtres, tant dans le monde des corps que dans le monde des esprits. D'après quelles trajectoires s'effectuent les transmissions et les transmutations du mouvement universel ? Ce ne peut être ni par la voie rectiligne, trop rigide, ni par la ligne circulaire, trop fermée, ni par d'autres figures curvilignes, trop compliquées. C'est par la spirale, à la fois simple et souple, élégante et sinueuse, indéfiniment ouverte, variant de la droite à l'ellipse. Et parmi les divers aspects de cette courbe déliée, c'est la spirale, dite *logarithmique*, qui paraît le mieux répondre à toutes les exigences philosophico-scientifiques. D'ailleurs, ces ondulations spiriformes engendrent, par enroulement en ruban, la *conque* avec ses variétés, qui est le type unique auquel se ramènent toutes les actualisations ou toutes les virtualités dans l'ordre des existences réelles ou possibles, la spirale étant le trait d'union qui relie le visible à l'invisible, le visible accessible à notre réceptivité sensorielle, à l'invisible inaccessible à cette réceptivité, ou pour lequel nous manquons d'organes appropriés.

Sur ces données, M. Choisnard bâtit toute la philosophie générale : c'est-à-dire une cosmologie rationnelle, métaphysique de la nature, une psychologie rationnelle, métaphysique de la pensée, une théologie rationnelle, métaphysique de l'absolu, de cet absolu, premier moteur, qui fait tout et règle tout « *pondere, numero et mensura.* » Telle est la chaîne infinie des harmonies dont la transposition musicale est le mode le plus sensible, le plus facilement perçu et, en même temps, le plus expressif.

Loustau-Chartez.

L'empire allemand, par E. Vermeil, professeur à l'Université de Strasbourg (1871-1900). In-8° de 262 pages ; de Boccard, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

M. Eug. Cavaignac et ses collaborateurs poursuivent la publication de cette considérable encyclopédie documentée qu'ils ont entreprise sous le titre général d'*Histoire du monde*. L'ouvrage achevé comprendra 14 tomes, élégamment présentés par un éditeur bibliophile.

Le tome que nous signalons aujourd'hui est le XIIe *bis* de la collection. Il expose, en les condensant, les faits relatifs à l'époque d'expansion intense de la puissance militaire, politique, diplomatique et économique de la nouvelle Allemagne, depuis 1871 jusqu'au commencement du xxe siècle. Il embrasse donc, par contre-coup, une période de 30 ans de l'histoire européenne, et, *ipso facto*, de l'histoire générale.

Il ne saurait être question d'essayer l'analyse d'une œuvre de cette sorte, toute d'érudition et de savante heuristique, où sont relatés, commentés et jugés les évènements importants entre tous qui se sont enchevêtrés et précipités avec une rapidité vertigineuse pendant ce court laps de temps, période particulièrement grave, à certains moments, pour l'humanité civilisée. Nous nous contentons d'indiquer sommairement le plan d'ensemble adopté par l'auteur et les principaux développements qui constituent l'attrait et la valeur historique de ce tome XII *bis*.

En introduction, coup d'œil synthétique sur les tentatives de prépondérance allemande au détriment de l'influence autrichienne et de l'influence française. — Immenses conséquences de Sadowa et de Sédan. — Dès 1871, succès des manœuvres Bismarkiennes et formation de la Triplice. Attitude des peuples de l'Occident et de l'Orient européen. Apogée de l'autorité Bismarkienne. Premiers symptômes de la fragilité du colossal système prussien, devenus plus apparents à l'avènement de Guillaume II; s'accentuant bientôt, malgré les tergiversations de l'Angleterre entre la Triplice et la Duplice.

Gravite autour de ces faits, d'une portée capitale, toute l'histoire mondiale contemporaine durant le cours de ces 30 années.

Mentionnons que ce tome XII *bis*, conçu, composé et écrit — comme les précédents — d'après les méthodes les plus rigoureuses et les plus scientifiques de la critique, ne s'adresse pas uniquement aux spécialistes de cet ordre d'études. Il est avant tout destiné au grand public, qu'il instruira et intéressera.

Loustau-Chartez.

Manuel de la classification décimale à l'usage des Ingénieurs-électriciens, établi d'après le Manuel du Répertoire bibliographique universel de l'Institut international de Bibliographie, par S. Beinet, ingénieur E.S.E. Préface de Paul Otlet, Directeur de l'Institut international de Bibliographie (Bruxelles). In-8° de 140 pages. *La Revue générale de l'Electricité*, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

La classification décimale est utilisée notamment par la *Revue générale de l'Electricité* pour le classement de la *Documentation* annexée à chacun de ses numéros.

Le livre de M. S. Beinet comprend quatre parties : 1° exposé général des principes et des règles de la classification décimale; 2° choix des rubriques de la classification concernant la science et l'industrie; 3° choix de rubriques concernant l'économie sociale et la législation; 4° index alphabétique.

Ce livre donne aux ingénieurs électriciens tous les éléments nécessaires pour le classement de leur documentation suivant la classification décimale.

Ed. M.

Le Gérant : M. Hédan.

Imprimerie P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 19 — 65e ANNÉE — 8 OCTOBRE 1927

LA CHAIRE DE MAMMALOGIE ET D'ORNITHOLOGIE AU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS (1)

La Chaire de « Zoologie des Mammifères et des Oiseaux », encore appelée Chaire de « Mammalogie et d'Ornithologie » est relativement récente. Sa création remonte à celle du Muséum lui-même dans son organisation générale actuelle, à 1793. C'est par un décret, en date du 10 juin, an II, préparé par Lakanal, que la Convention réorganisa complètement le « Jardin des Plantes » sous le nom de « *Muséum d'Histoire Naturelle* » et y créa douze chaires dont deux de zoologie. L'une de ces deux chaires était relative aux Invertébrés, elle avait Lamarck pour titulaire. La deuxième, qui avait pour objet l'étude des Vertébrés, fut attribuée à Etienne Geoffroy Saint-Hilaire, dès le 10 juin 1793. Cependant, la création d'une troisième chaire de Zoologie, relative à l'Erpétologie et à l'Ichthyologie, demandée dès le 3 juillet 1793, par les professeurs du Muséum, fut instituée seulement en frimaire 1794. Mais cette chaire avait été attribuée, par avance, à Lacépède, d'où il suit qu'en somme, dès 1793, la chaire de Zoologie dont Etienne Geoffroy Saint-Hilaire fut le premier titulaire, était déjà limitée aux Mammifères et aux Oiseaux.

Après Etienne Geoffroy Saint-Hilaire, véritable fondateur de la chaire de Mammalogie et d'Ornithologie, qui l'occupa de 1793 à 1841, la lignée des titulaires se poursuit par Isidore Geoffroy Saint-Hilaire de 1841 à 1861 ; par Henri Milne Edwards de 1861 à 1876 ; par Alphonse Milne Edwards de 1876 à 1900 ; par Oustalet de 1900 à 1905, et enfin par Trouessart de 1906 à 1926.

Cette série de titulaires de la chaire des Mammifères et des Oiseaux est plus importante par la qualité des noms qu'elle présente, que par le nombre. Deux noms, ceux des Geoffroy Saint-Hilaire et des Milne Edwards occupent à eux seuls ce tableau pendant plus d'un siècle, de 1793 à 1900. La chaire eut en effet l'extraordinaire bonne fortune de voir, deux fois de suite, le père et le fils se succéder et se transmettre, après avoir étroitement collaboré à la même œuvre, la haute charge de la direction. Quelle heureuse condition a été ainsi réalisée, dans un service ou d'abord tout était à créer, où les travaux de recherches et de collections étaient particulièrement longs et laborieux, et où la continuité dans l'effort était la condition essentielle des meilleurs résultats.

Parmi les circonstances favorables à l'essor de la chaire de Zoologie des Mammifères et des Oiseaux, circonstances qui firent beaucoup pour le grand renom qu'elle acquit rapidement dans les milieux scientifiques étrangers, il faut encore noter que la plupart de ses titulaires dominèrent leur enseignement de leur vaste érudition générale et, le plus souvent, de leur incomparable talent. Avant de se spécialiser, ils avaient, déjà, étroitement abordé les différentes branches des Sciences Naturelles et de la Biologie. Ils pou-

(1) Extrait de la Leçon d'ouverture du Cours de Zoologie (Mammifères et Oiseaux) faite au Muséum National d'Histoire Naturelle le 25 mai 1927, par M. le Professeur Bourdelle.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

vaient, dès lors, envisager les Mammifères et les Oiseaux, sous les aspects les plus divers.

Si, en général, l'épreuve du temps permet, à longue échéance de juger, plus froidement et plus justement, les hommes et les idées, il est beaucoup plus difficile de porter une appréciation impartiale sur les travaux et sur les tendances de nos prédécesseurs. En ces deux derniers siècles, la Science a, en effet, si vite progressé, que les idées en sont profondément modifiées, et que la critique hésite parfois à se prononcer. Afin d'être équitable à l'égard de nos devanciers immédiats, il faudrait pouvoir se remettre dans l'état d'esprit de leur temps et cela nous est aussi difficile que s'ils avaient

Fig. 240. — Etienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844).

brusquement eux-mêmes à épouser celui de notre époque.

D'autres, mieux qualifiés que moi, et certainement plus habiles, ont déjà, à plusieurs reprises, tracé le portrait de ces hommes illustres, rappelé leur vie et dépouillé leur œuvre. Que l'on ne s'étonne pas si ma pensée, pénétrée aujourd'hui de ces travaux, n'en suit qu'imparfaitement le rythme.

*
* *

Etienne Geoffroy Saint-Hilaire se destinait à la carrière ecclésiastique, mais l'influence de ses maîtres, en particulier de Brisson, de Lhomond, de Haüy, l'inclina rapidement vers les sciences. Il abandonna donc bientôt la théologie pour le droit, puis le droit pour la médecine, et, enfin, la médecine pour la science pure.

Au Jardin des Plantes, après Fourcroy, il eut l'occasion d'approcher Daubenton qui enseignait alors la Minéralogie. Celui-ci ayant remarqué et apprécié ce jeune étudiant laborieux et intelligent, l'attacha d'abord à son laboratoire puis le fit nommer, en 1793, garde et sous-démonstrateur du Cabinet d'Histoire Naturelle, pour succéder à Lacépède, obligé de se retirer.

Peu de temps après, la transformation du « Jardin des Plantes » en « Muséum d'Histoire Naturelle », avec institution de douze chaires, permit de lui attribuer l'une des deux nouvelles Chaires de Zoologie qui venaient d'être créées. Il hésitait à accepter, mais Daubenton, par son affectueuse insistance, su mettre fin à son incertitude.

C'est ainsi que, presque par ordre des représentants du peuple, un minéralogiste devait consacrer son intelligence et son activité à la zoologie et devenait à vingt et un ans, professeur des Mammifères et des Oiseaux et conservateur des collections de ces espèces. Il devait occuper pendant près d'un demi-siècle la chaire qu'il avait créée.

Dans leur ardeur à connaître, à pousser plus avant leurs investigations, les savants, par une pente naturelle, vont parfois jusqu'à l'héroïsme. Etienne Geoffroy Saint-Hilaire aveugle, enseigne encore quand d'autres se seraient abimés dans une sombre désespérance. Cependant, en 1841, il abandonne sa chaire pour la céder à son fils, Isidore, et il meurt peu après, le 19 juin 1844.

L'existence d'Etienne Geoffroy Saint-Hilaire fut des plus actives, des mieux remplies et, par moment, des plus mouvementées. Outre la charge considérable qu'il avait au Muséum, il accepta en 1819 celle de la chaire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Paris, dans laquelle il voyait un moyen d'élargir le cadre de son enseignement et de ses études.

On se figure volontiers le savant confiné, réfugié, pour ainsi dire dans l'étude solitaire, monacale. Il n'en est rien. Etienne Geoffroy Saint-Hilaire, à plusieurs reprises, n'hésita pas à abandonner son laboratoire et à se lancer dans des entreprises audacieuses. C'est ainsi qu'il consentit en 1798, à faire partie de la mission scientifique qui devait accompagner Bonaparte en Egypte et qu'il accepta, en 1808, la nouvelle mission du voyage en Espagne et au Portugal. Dans des circonstances difficiles, parfois même dramatiques, il joua au cours de ces missions, soit comme diplomate, soit comme savant, un rôle de premier plan.

Un moment tenté de servir plus directement l'Etat, il accepta même le mandat de repré-

sentant du peuple au Corps législatif en 1815, mais ce ne fut là qu'une phase éphémère de sa vie. D'ailleurs, pour ne pas s'écarter de ses recherches scientifiques, il refusa toujours toutes les charges administratives qui lui furent offertes, si avantageuses qu'elles fussent.

Etienne Geoffroy Saint-Hilaire fut un penseur aux vues hardies et originales, plus porté vers la recherche des lois générales que vers l'observation de détail et vers l'exposé des faits. Esprit ardent et enthousiaste, il fut capable de dévouement poussé jusqu'à l'héroïsme, et il fit preuve, en maintes circonstances, du plus pur désintéressement. C'est ainsi qu'en 1792 il facilita à son maître Haüy les moyens d'échapper aux révolutionnaires et qu'il protégea de même, en 1830, les jours menacés de l'archevêque de Paris.

Sa conscience était inspirée par les sentiments les plus généreux. Mécontent d'un important travail, cependant fort intéressant et des plus précieux, entrepris en collaboration avec Cuvier, « Le Catalogue des Mammifères », on l'empêcha à grand peine de le détruire, mais il se refusa à en poursuivre la publication.

Cet homme, qui possédait les plus hautes qualités morales et intellectuelles, fit preuve des plus grands mérites. Mais l'un de ceux qu'il aimait à se reconnaître à lui-même était d'avoir contribué à attirer Cuvier à Paris.

Aussi habile organisateur que grand savant, Etienne Geoffroy Saint-Hilaire fut bien le véritable fondateur de la chaire de Zoologie des Mammifères et des Oiseaux. Entre tous ses collègues, il fut certainement celui qui eut à surmonter les plus grandes difficultés pour suffire en 1793 à l'organisation nouvelle du Muséum. Alors que la plupart des nouveaux professeurs trouvaient à ce moment là, dans leurs chaires, des organisations toutes préparées, il dut inaugurer et créer en toutes choses.

Les collections de la nouvelle chaire, en particulier, étaient à peu près inexistantes. En matière d'Ornithologie elles ne comptaient que 433 pièces, préparées par des procédés imparfaits et, et de ce fait, en assez mauvais état. La collection de Mammalogie était encore plus pauvre et ne comportait qu'un Zèbre, un Tapir, quelques Singes et un certain nombre de Mammifères divers, qui ne valaient guère mieux que les Oiseaux.

Etienne Geoffroy Saint-Hilaire ne se laissa pas décourager par une situation matérielle aussi lamentable. Dès le début, il consacra ses efforts à recueillir des matériaux, à préparer des pièces nouvelles, travaillant lui-même et donnant l'exemple à ses collaborateurs. En 1833, quarante ans après un long et persévérant effort, les collections de la chaire étaient singulièrement améliorées. Les Mammifères occupaient six salles et les Oiseaux une centaine d'armoires. En outre, le magasin était rempli de pièces en double ou en réserve et des envois importants avaient été faits à de nombreux musées de province.

Dès son accession à la chaire, il se rendit compte aussi de la nécessité des collections vivantes de Mammifères et d'Oiseaux, en vue des études biologiques. Il chercha alors à réaliser la vieille conception de Bacon relative à la création d'une ménagerie annexée au Muséum, conception qui n'avait donné lieu, jusqu'alors, qu'à des tentatives infructueuses ou imparfaites. Sans locaux, sans crédit, avec son audace coutumière, il sut en 1793 profiter de circonstances fortuites pour améliorer dans une très large mesure l'organisation très rudimentaire amorcée, l'année précédente, par Bernardin de Saint-Pierre, alors conservateur du Jardin du Roi. Cette heureuse tentative, couronnée d'un plein succès, fut d'ailleurs sanctionnée par décret en 1794. Par la suite, il chercha encore à améliorer la Ménagerie et profita de toutes les occasions pour l'enrichir par des acquisitions nouvelles.

Ainsi, Etienne Geoffroy Saint-Hilaire fut le premier et le bon ouvrier des collections de Mammifères et d'Oiseaux du Muséum et, en cela, strictement selon l'esprit de cet établissement scientifique. Il contribua d'ailleurs à accentuer cette tendance et, surtout, il chercha à rendre utiles aux naturalistes les innombrables documents qu'il accumulait.

Cependant, il ne s'oublia pas dans les travaux d'ordre purement matériel de sa chaire. En mai 1794, il ouvrit son cours et, dès la première année, il consacra quarante leçons à « l'Histoire Naturelle des Mammifères et à des généralités sur les Oiseaux ». Pendant près de quarante ans, sauf dans les périodes où il se trouvait éloigné du Muséum par ses missions à l'étranger, il continua cet enseignement savant et documenté entre tous. A partir de 1808, il sut encore le faire marcher de pair avec celui qu'il eut à donner à la Faculté des Sciences, réservant à celui-ci la Zoologie générale, alors qu'il consacrait surtout le premier à la Zoologie spéciale des Mammifères et des Oiseaux.

Dès 1794, aussi, presque au lendemain de son accession à la Chaire du Muséum, Etienne Geoffroy Saint-Hilaire commença la publication de nombreux travaux, fruits de ses ardentes recherches ou des méditations que suscitaient en lui ses observations.

Je ne peux songer à dresser ici la liste de ces travaux. Même très longue, elle resterait incomplète. Ce sont des ouvrages importants, tels que « *La philosophie anatomique* », et les « *Principes de philosophie zoologique* », ou des mémoires, des notices, des articles relatifs à des travaux d'ensemble sur les sciences zoologiques, à des travaux de description, de dé-

termination, de classification ; à des observations et des considérations sur les mœurs des animaux ; à des travaux de Paléontologie, d'Anatomie comparée et philosophique ; à des recherches de Physiologie générale et comparée ; à des travaux de Tératologie.

L'œuvre est considérable par le nombre, la variété, l'étendue, l'importance des sujets abordés, l'esprit dans lequel les questions sont traitées, les idées générales soulevées, les lois que l'auteur cherche toujours à dégager.

.....

.....

Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, naquit au Muséum, en 1805. Il commença sa carrière,

Fig. 241. — Isidore Geoffroy Saint-Hilaire 1805-1861.

à dix-neuf ans, dans cet établissement scientifique, en qualité d'aide-naturaliste. Dès vingt-quatre ans, il montait dans la chaire de son père pour le suppléer dans son enseignement. Il ne succéda, cependant, officiellement, à ce dernier, comme professeur de la Chaire de Zoologie des Mammifères et des Oiseaux, qu'en 1841. Il avait déjà une situation scientifique des plus importantes

Membre de l'Institut en 1833, il avait été nommé Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux en 1838 et, depuis 1840, il remplissait à Paris les fonctions d'Inspecteur général. En 1850, il échangea ces dernières fonctions pour la Chaire que la mort de de Blainville laissait vacante à la Faculté des Sciences de Paris.

Président de la Société Nationale d'Acclimatation en 1854, Directeur du Muséum en 1860, il exerça alors dans le monde scientifique une influence considérable et il accomplit une glorieuse carrière.

Calme, froid, doué d'un grand talent d'exposition fait de simplicité, de clarté et d'élégance, Isidore Geoffroy Saint-Hilaire avait le goût de la vie calme et studieuse. Son existence fut très simple, beaucoup moins mouvementée, sinon moins active, que celle de son père et d'abord très heureuse. Mais, frappé par le destin, la tristesse s'empara de lui. Bien qu'il sût garder une aparente sérénité, la douleur ébranla certainement une organisation peu résistante. Il mourut relativement jeune, le 10 novembre 1861, alors que rien ne faisait prévoir une fin aussi prochaine.

Si la vie d'Isidore Geoffroy Saint-Hilaire ne fut pas longue, elle fut cependant bien remplie.

Continuateur fidèle de l'œuvre de son père, il contribua aussi à la répandre, à l'expliquer, à faire comprendre comment les voies nouvelles de recherches qu'elle ouvrait devaient être exploitées, et il fut, lui-même, le vivant exemple de cette démonstration.

Ses premiers travaux marquèrent d'emblée les qualités du vrai naturaliste, par la précision dans le détail des observations, la justesse des aperçus, la sagacité dans la discussion des opinions, la recherche des caractères d'ordre général et des lois de la nature.

Les faits mis en évidence dans son œuvre sont nombreux et d'ordre divers. Après des travaux de Zoologie générale sur des animaux peu connus, une série de Mémoires relatifs aux Mammifères et aux Oiseaux fait ressortir l'importance des affinités et des dissemblances qui s'observent chez les êtres suivant l'âge et le développement. Il s'attache, en particulier, à ce qu'il nomme les *termes correspondants* entre les séries d'espèces appartenant à des groupes nettement caractérisés. Ces publications montrent aussi l'insuffisance des caractères qui marquent la différenciation des ordres et des familles chez les Oiseaux, et la nécessité de s'élever à d'autres considérations pour arriver à une méthode plus naturelle de classification. C'est ainsi qu'il fut naturellement amené à faire des études sur les classifications zoologiques de Linné et de Cuvier. En Zoologie, il chercha enfin à redresser les erreurs d'appréciation répandues sur l'œuvre de Buffon et il contribua à la mettre en honneur.

Mais c'est surtout en Tératologie qu'Isidore Geoffroy Saint-Hilaire se présente comme le véritable continuateur de son père. Après avoir rassemblé les documents épars laissés par ce

dernier et ceux qu'il a pu receuillir lui-même, il établit une classification naturelle fondée sur les principes linnéens, inaugure une nomenclature rationnelle et donne le grand ouvrage de l'*Histoire des anomalies de l'organisation*, qui est la première œuvre de méthode et de clarté en Tératologie.

Cherchant encore à s'élever dans le domaine des Sciences naturelles, Isidore Geoffroy Saint-Hilaire travailla jusqu'à son dernier jour à la rédaction d'une *Histoire des règnes organiques*. Cet ouvrage ne reçut, malheureusement, qu'un commencement d'exécution et le seul volume qui en a été publié n'a pas le caractère de très grande envergure qu'on pouvait espérer de son auteur. En revanche, il fit œuvre de biographe de talent en écrivant, dans un devoir de pieuse affection filiale, un très beau livre sur la *Vie, les travaux et la doctrine scientifique d'Etienne Geoffroy Saint-Hilaire*, son père.

. . . . . .

. . . . . .

Henri Milne Edwards succéda en 1861 à Isidore Geoffroy Saint-Hilaire. Il appartenait déjà au Muséum depuis 1841, en qualité de professeur d'Entomologie, et c'est par mutation qu'il obtint la Chaire des Mammifères et des Oiseaux. Quoique âgé alors de 61 ans et d'une santé assez délicate, il resta à la tête de ce service jusqu'en 1876, date à laquelle il démissionna en faveur de son fils, Alphonse Milne Edwards. Il n'en continua pas moins ses travaux pendant dix ans encore, jusqu'au seuil de sa mort. Henri Milne Edwards consacra presque toute sa vie aux Sciences naturelles, dont le goût avait été éveillé en lui, dès l'âge de dix ans, par la lecture de l'*Histoire des Animaux*, de Buffon.

Après avoir fait, sans intention de pratique médicale, de sérieuse études en médecine, il s'orienta par penchant naturel et en amateur vers les Sciences et les Arts, mais des revers de fortune l'obligèrent bientôt à demander à son travail les moyens de subvenir aux besoins de sa famille. Son ascension fut alors très rapide.

Professeur d'Histoire Naturelle au Lycée Henri IV en 1832, il entre à l'Académie des Sciences en 1883. Il est élu Professeur administrateur au Muséum en 1841, Professeur de Physiologie, d'Anatomie et de Zoologie à la Faculté des Sciences de Paris en 1843. Nommé doyen de cette Faculté en 1849, il conserve ces fonctions jusqu'à sa mort, survenue seulement en 1886.

Malgré les soucis d'une santé chancelante, Henri Milne Edwards, doué d'une rare énergie, eut une existence des plus actives et des mieux remplies. Dès le début de sa carrière il fit preuve des plus belles qualités de l'esprit et celles-ci n'étouffèrent jamais en lui les qualités du cœur. Très vite il prit une place importante dans la Science, et il devint bientôt le fondateur et le chef d'une grande Ecole de naturalistes, à laquelle appartinrent ses meilleurs élèves : de Quatrefages, Emile Blanchard, Lacaze-Duthiers.

Pendant près de soixante ans, Henri Milne Edwards ne cessa de publier et d'enseigner. Ses recherches et ses travaux touchent à toutes les branches de la Biologie des animaux, à la Zoologie générale ,avec des études sur les centres de création et de répartition géographique des Crustacés ; à la Zoologie descriptive avec des recherches sur les espèces fossiles et vivantes ; à la Zoologie systématique avec des

Milne Edwards

Fig. 242. — Henri Milne Edwards (1800-1885).

travaux sur la classification des vertébrés, des annélides, des mollusques, des rayonnés ; à l'Anatomie et à la Physiologie normale des animaux ; à l'Anatomie philosophique.

Deux grands ouvrages dominent surtout cette œuvre scientifique et en marquent essentiellement le caractère, ce sont l'*Introduction à la Zoologie générale* et les *Leçons de Physiologie et d'Anatomie comparée*.

. . . . . .

. . . . . .

Henri Milne Edwards n'épousa étroitement ni les idées de Cuvier, ni celles d'Etienne Geoffroy Saint-Hilaire et de Lamarck. Il sut garder un juste milieu entre ces tendances diverses et en combattit même certains excès.

S'il rejoint Geoffroy Saint-Hilaire en ce qui concerne l'unité de composition, s'il accepte la théorie de la descendance, il pense, que l'embryologie peut donner des indications importantes sur les affinités zoologiques et permettre de résoudre utilement les problèmes morphologiques.

. . . . . .

. . . . . .

Mais il ne se cantonna pas dans le domaine des études purement spéculatives. Il fut un professeur éminent, sinon par le verbe en raison d'un accent créole assez marqué, mais par la simplicité, la clarté, l'érudition, la précision

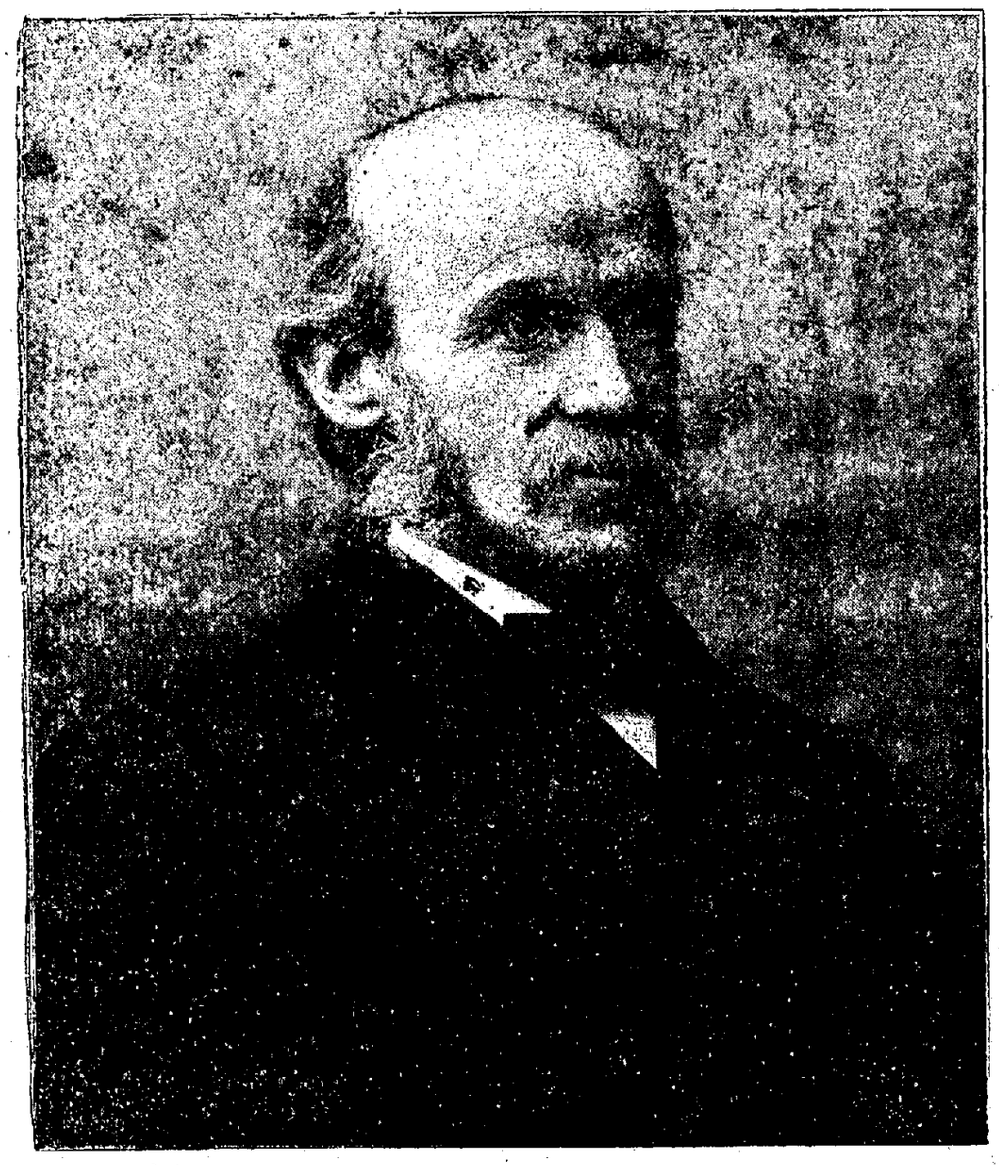


Fig. 243. — Alphonse Milne Edwards (1835-1900)

des descriptions, l'intérêt du détail et la grande habilité dans l'illustration par le dessin. Son enseignement était toujours démonstratif et il était, paraît-il, souvent l'auteur des pièces qu'il présentait aux nombreux auditeurs de ses cours. Enfin, par l'importance, qu'il fut des premiers à attacher aux travaux pratiques des élèves, il lança non seulement l'enseignement de la zoologie, mais la zoologie elle-même, dans une voie nouvelle qui devait être particulièrement féconde.

A tous les titres, le passage d'Henri Milne Edwards, à la chaire des Mammifères et des Oiseaux du Muséum fut des plus heureux. Après les deux Geoffroy Saint-Hilaire il donna à cette chaire une puissante et nouvelle impulsion, dont son fils devait tirer un parti considérable.

Il semble qu'une heureuse hérédité, favorise en effet, l'œuvre éminente du Muséum dans ce XIX^e^ siècle trop décrié.

Alphonse Milne Edwards, fils unique d'Henri Milne Edwards, naquit en 1835. Il vécut au Muséum dès l'âge de six ans, et c'est là, aux côtés de son père, sous la double influence de l'hérédité et du milieu et à la lecture de l'*Histoire des Animaux*, de Buffon, que s'éveilla de bonne heure en lui le goût des Sciences naturelles.

Sa carrière fut rapide et brillante. Docteur en médecine en 1860, Docteur ès-sciences en 1861, il entrait comme aide-naturaliste au laboratoire de son père, au Muséum, en 1862. Il fut Professeur à l'Ecole de Pharmacie en 1865. En 1876, il prenait la succession de son père à la tête de la Chaire de Mammalogie et d'Ornithologie et des services de la Ménagerie du Muséum. Membre de l'Institut en 1879, il était enfin élu directeur du Muséum en 1891 et il conservait cette haute charge administrative jusqu'à sa mort, en 1900.

Travailleur infatigable, esprit clair et droit, observateur pénétrant, caractère ardent et sensible, bon mais ferme et sans rudesse, Alphonse Milne Edwards possédait à un haut degré les plus belles qualités de l'administrateur, du professeur et du savant.

Dès l'âge de vingt ans il commença à publier des travaux remarqués et, dès lors, son activité scientifique ne fit que s'accroître de plus en plus. Son œuvre n'est pas seulement importante par l'étendue du travail accompli, mais aussi par la diversité des recherches et l'influence considérable qu'elle a exercée sur les sciences zoologiques. En même temps que zoologiste, Alphonse Milne Edwards fut anatomiste, paléontologiste, géographe, et il chercha à envisager les êtres, non seulement en eux-mêmes, à l'état actuel, mais à travers le monde et même à travers le temps.

La contribution apportée par ce savant à l'étude des Mammifères et des Oiseaux, qui nous intéresse plus spécialement ici, est imposante et forme l'un des fondements les plus sûrs de nos connaissances sur ces espèces.

En ce qui concerne, seulement, *les Mammifères*, on lui doit la description d'un très grand nombre d'espèces nouvelles, parmi lesquelles des Rongeurs, des Singes, des Lémuriens, des Chiroptères, des Insectivores, etc. On lui doit aussi des études de plus longue haleine sur divers groupes, en particulier celles qui sont relatives aux Chevrotains, aux Edentés et aux

Lémuriens de Madagascar, ces dernières faites avec la collaboration de M. Grandidier.

Ce sont encore : des travaux de classification, des observations de biologie sur les animaux de ménagerie ou des travaux de biogéographie sur la distribution générale des animaux et sur les faunes locales, tels que l'*Histoire Naturelle des Mammifères de Madagascar*, l'*Histoire Naturelle des Mammifères de la Chine et du Thibet*. Enfin ce sont des ouvrages généraux tels que l'*Histoire Naturelle des Animaux*.

En matière d'Ornithologie, Alphonse Milne Edwards a donné d'autre part, soit seul, soit en collaboration avec divers auteurs, en particulier avec Oustalet et Grandidier, des travaux de description et de classification, des études de biogéographie, des ouvrages comme l'*Histoire Naturelle des Oiseaux de Madagascar*.

Les recherches sur les Mammifères et sur les Oiseaux, débordèrent du cadre ordinaire de la Zoologie pour atteindre celui de l'Anatomie et même de la Paléontologie de ces espèces.

Des recherches sur l'ostéologie des Oiseaux, sur le placenta des Chevrotains et des Edentés, sur l'embryologie des Lémuriens, lui révèlent, dans une intuition presque géniale, des éléments nouveaux de détermination, des différences ou des affinités zoologiques qui lui permettent de rectifier certaines erreurs de classification.

L'œuvre fut, dans cette voie, des plus fécondes et bien dans le prolongement de celle de son père, quoique marquée d'un cachet d'originalité personnelle.

Les recherches sur les caractères ostéologiques des Oiseaux actuels le portèrent, naturellement, à étendre ses investigations aux espèces disparues et à appliquer ces caractères à l'étude des Oiseaux fossiles. Il recueille et accumule de très nombreux documents relatifs aux caractères distinctifs de ces espèces, à leur distribution géographique, aux liens qui les rattachent entre elles. De 1869 à 1871 il publie alors ses observations en deux grands volumes, admirablement illustrés, qui constituent l'un des documents les plus sûrs de la Paléontologie ornithologique.

Et, par une sorte d'effet en retour, l'étude des Oiseaux fossiles le ramena par la suite à l'étude de quelques espèces rares d'Oiseaux de l'Océan Austral tels que le Dronte, le Solitaire des Iles Mascareignes, l'Œpyornis de Madagascar, le Dinornis de la Nouvelle-Zélande, voués à la disparition par suite de leur inaptitude au vol.

. . . . . .

. . . . . .

Envisagée dans son ensemble, l'œuvre scientifique d'Alphonse Milne Edwards ne possède peut être pas la grand allure philosophique qui caractérise celle de son père. Elle s'écarte aussi de celle d'Etienne Geoffroy Saint-Hilaire et se rapproche plutôt de celle de Cuvier. Comme ce dernier, Alphonse Milne Edwards appuie la science sur l'observation. Il accumule de nombreux matériaux et des faits précis, il les groupe et les classe ensuite avec méthode et il essaye enfin d'en dégager des conclusions ou des théories.

. . . . . .

. . . . . .

J'arrive maintenant, à mes prédécesseurs immédiats, les professeurs Oustalet et Trouessart, qui occupèrent la chaire beaucoup moins longtemps que les Geoffroy Saint-Hilaire ou les Milne Edwards.

Oustalet prit en 1900, la succession ouverte par la mort prématurée d'Alphonse Milne Edwards, à la tête du Service de Zoologie des Mammifères et des Oiseaux.

Après de bonnes études secondaires et scientifiques, Oustalet était entré au Muséum en 1873 en qualité d'aide-naturaliste. Dès 1874, il avait acquis le titre de Docteur ès-Sciences, et déjà, en 1876, quoique très jeune encore, il avait été présenté en deuxième ligne pour occuper la chaire au départ d'Henri Milne Edwards. En 1891 il était devenu assistant en titre et, en 1896, il avait été désigné pour remplir les fonctions de sous-directeur du laboratoire de Zoologie anatomique des Hautes Etudes qui était annexé à la chaire des Mammifères et des Oiseaux du Muséum. Il avait fait, ainsi, toute sa carrière dans ce service sous la direction éclairée de son éminent prédécesseur, qui avait été pour lui le meilleur des maîtres. Nul n'était mieux qualifié que lui pour le continuer.

Travailleur silencieux, mais acharné, soigneux, méticuleux, d'une conscience irréprochable, d'une grande modestie, Oustalet accédait à la chaire en pleine maturité. Il ne devait, malheureusement, l'occuper, que cinq ans à peine et disparaître prématurément, lui aussi, en 1905.

Déjà, cependant, Oustalet avait manifesté ses aptitudes et sa valeur. Il avait pris à diverses reprises une part active à l'enseignement et il avait donné une longue liste de travaux.

Ses recherches portèrent d'abord sur les Insectes vivants et fossiles, mais, dès son entrée dans la chaire, en 1873, il se spécialisa dans l'étude des Mammifères et des Oiseaux et plus particulièrement dans ceux-ci. Grâce aux très nombreux documents dont il a pu disposer, il a décrit un grand nombre d'espèces nouvelles d'Oiseaux dont quelques-uns sont très remarquables. Mais Oustalet ne s'est pas cantonné dans une tâche abstraite de détermination et de classification. Il a étendu aussi ses recherches vers les côtés anatomique, biologique, biogéographique et paléontologique de la connaissance des animaux. Les publications sont ou des mo-

nographies zoologiques de différents groupes, des notes ou des mémoires, ou des ouvrages consacrés à diverses faunes locales, en particulier de la Chine, de l'Indo-Chine, du Thibet, de la Papouasie ou de l'Afrique. Parmi ces travaux, il faut surtout citer l'important ouvrage sur les *Oiseaux de Chine*, publié en 1877, en collaboration avec l'abbé David, sous les auspices du Ministère de l'Instruction Publique.

Mais si Oustalet s'intéressa de préférence à l'ornithologie et fut un des premiers spécialistes des Oiseaux de l'Asie, il ne négligea pas pour cela l'étude des Mammifères. Il s'occupa, en particulier, de multiples faunes locales et

Fig. 244. — Oustalet, (1844-1905).

de certaines espèces telles que les Antilopes et les Equidés.

L'œuvre d'Oustalet, tout en s'inspirant des tendances qui caractérisent celles d'Alphonse Milne Edwards, garde un caractère propre à son auteur. Elle constitue et constituera longtemps, une documentation sérieuse et sûre à laquelle les ornithologistes pourront utilement puiser.

Né en 1842, le professeur Trouessart fut nommé au Muséum en 1906. Il possédait déjà un long et laborieux passé, au moment de son accession à la Chaire de Mammalogie et d'Ornithologie.

En même temps que des études médicales, il poursuivit des études d'Histoire Naturelle à la Faculté des Sciences de Poitiers où il avait été nommé préparateur en 1864. Après avoir obtenu le diplôme de docteur en Médecine, en 1870, il s'engagea, pendant la guerre, et exerça ensuite la médecine dans le département de Maine-et-Loire, aux environs d'Angers. Un goût inné l'attira, dès ce moment, de plus en plus, vers les Sciences naturelle, et il devint vite plus qu'un amateur des choses de la Zoologie. Appelé en 1882 à la direction du Muséum d'Angers, le docteur Trouessart enseigna alors l'Histoire Naturelle au Lycée, ainsi qu'à la Ligue de l'Enseignement et à l'Union de la Jeunesse de cette ville. Mais, en 1885, la ville d'Angers ayant supprimé la direction de son Muséum par raison d'économie, le docteur Trouessart vint s'installer à Paris. Dès ce moment, tout en exerçant la médecine, il s'adonna plus complètement à ses études de Zoologie. Les relations qu'il avait eues, jusque là, avec le Muséum de Paris, et qui s'étaient bornées à des visites de vacances, devinrent presque journalières. Alphonse Milne Edwards lui ouvrit largement le laboratoire et les collections de son service, lui confiant même déjà, en qualité d'assistant bénévole, à côté d'Oustalet qui était assistant en titre, des travaux de détermination, de révision ou de contrôle de différentes espèces et de divers groupes de Mammifères.

Le docteur Trouessart put ainsi poursuivre, selon ses goûts et dans le cadre le mieux approprié, ses recherches et ses publications sur les Mammifères et sur les Oiseaux.

En 1906, malgré son âge déjà avancé, ses travaux lui valaient du Ministre de l'Instruction Publique, d'être nommé professeur de la Chaire de Zoologie des Mammifères et des Oiseaux, que la mort d'Oustalet venait de laisser vacante. Il occupa cette chaire jusqu'au moment de sa mise à la retraite en 1926.

Pendant vingt ans il bénéficia de la puissante impulsion donnée par Alphonse Milne Edwards et entretenue par Oustalet, quant à l'organisation matérielle du service de Mammalogie et d'Ornithologie. Il put alors se consacrer, tout entier, à ses travaux favoris de détermination, de description, de classification et de catalogue, de biologie et de géographie zoologique.

La liste de ses publications scientifiques serait trop longue à donner ici, même à ne considérer que ce qui se rapporte aux Mammifères et aux Oiseaux.

. . . . . .

. . . . . .

On a pu s'étonner que le professeur Trouessart, spécialiste éminent des Mammifères, se soit lancé dans l'étude des Arthropodes. A la lecture de ses travaux sur les Acariens, on en saisit cependant mieux la véritable signification, et on se rend compte qu'ils se rattachent naturellement à l'étude de certaines espèces.

Outre que ces parasites sont en effet des hôtes naturels des plumes des Oiseaux, certaines espèces d'Acariens forment avec les hôtes qui les portent, un ensemble zoologique bien défini qui devient ainsi une véritable caractéristique biologique, voir géographique, des espèces et des groupes.

Mais si Trouessart sortit du domaine de la Zoologie des Mammifères et des Oiseaux, si dans ce domaine il alla lui aussi des formes actuelles aux formes fossiles, si de la description et de la détermination des espèces il s'étendit à la biologie et à la géographie zoologique, il fut, avant tout, un systématicien. Dans l'orientation générale de ses études, entre Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire, qu'il avait bien étudiés, il avait choisi. A l'exemple de beaucoup d'autres zoologistes de son époque et de l'époque actuelle il fit, de la classification, le but principal de la Zoologie. Il brilla d'ailleurs dans ce rôle, et à ce titre, le monde des naturalistes honorera sa mémoire.

***

Cet aperçu historique montre que la Chaire de Zoologie des Mammifères et des Oiseaux du Muséum a connu des alternatives diverses du fait même des tendances scientifiques de ceux qui ont eu la charge de la diriger.

Avec Etienne Geoffroy Saint-Hilaire et son fils Isidore, les recherches et les études furent, assez nettement orientées vers la Zoologie générale et philosophique.

Avec les deux Milne Edwards, la Zoologie des Mammifères et des Oiseaux subit une première évolution et on chercha surtout dans l'organisation, les nouveaux éléments dont la systématique avait besoin. Celle-ci ne fut pas sacrifiée, loin de là. Alphonse Milne Edwards, en particulier, poussa presque à l'extrême le souci de l'accroissement et de l'amélioration des collections de Mammifères et d'Oiseaux, et c'est en grande partie à lui que nous devons leur état actuel avec près de 200.000 pièces cataloguées.

Avec Oustalet d'abord et Trouessart ensuite, la chaire inclina de plus en plus à la détermination, à la classification et à la systématique. Si Oustalet apporta surtout des éléments à l'Ornithologie, Trouessart fut un spécialiste des Mammifères.

Certes, il n'est pas douteux que la Zoologie des Mammifères, comme celle des autres espèces, est avant tout un problème de spécification. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire a dit avec beaucoup de vérité en parlant de la Zoologie, « *ce mot espèce est à la fois le premier et le dernier de cette science, le jour où nous en serons complètement maîtres, nous serons bien près de le devenir de la science entière.* »

Cependant, cette tendance à la systématique, qui est l'aspect ordinaire de l'étude des Mammifères et des Oiseaux, reste le plus souvent presque exclusivement fondée sur la morphologie et sur les caractères extérieurs. En surplus, fait-on tout juste appel à quelques rares caractères organiques, tels que ceux qui sont fournis par le squelette et, particulièrement, par le crâne, par les dents, ou par les principaux organes des grands appareils.

On ne peut, sans doute, nier l'importance que jouera longtemps, et en première ligne, la morphologie dans la détermination des espèces. Mais ce problème est solidaire de bien d'autres, et, en ce qui concerne les Mammifères et les Oiseaux au moins, il ne peut plus être résolu par le seul moyen des caractères extérieurs.

Il apparaît, au contraire, que l'abus de ces caractères a eu pour conséquence fâcheuse la création d'un nombre excessif d'espèces et de sous-espèces insuffisamment définies et qu'il y a là un écueil sérieux pour la toxonomie et pour la nomenclature.

L'étude des caractères anatomiques et surtout de l'ensemble des caractères anatomiques, qui fut si brillamment inaugurée par Alphonse Milne Edwards et qui a été continuée par nombre de zoologistes préparés et avertis, a déjà permis de nombreuses rectifications non seulement dans le détail, mais dans l'ensemble des groupes.

Quoique la méthode n'ait pas donné encore son plein résultat, car elle n'a pas été poussée à bout, il semble bien que ce n'est là encore qu'une étape de zoologie des Mammifères et des Oiseaux. Ainsi que certains l'ont pressenti depuis longtenips, celle-ci doit s'engager de plus en plus, en vue de la systématique, dans des études de biologie des individus et des groupes. L'appareil ne doit plus être séparé de la fonction, et selon la pensée d'Henri Milne Edwards la zoologie doit, de plus en plus, devenir « *physiologique* ».

Déjà bien des aperçus intéressants commencent à se faire jour. A côté du critérium morphologique de l'espèce fondé sur la ressemblance, s'est dressé depuis un certain temps un critérium physiologique de génération qui fait état de la fécondité entre les individus, et qui, malgré des exceptions, semble pouvoir être pris en sérieuse considération.

Mais si le problème de la détermination de l'espèce est soluble et si l'on veut essayer de le résoudre, c'est jusque dans les conditions les plus intimes du milieu et du chimisme organique qu'il faudra sans doute rechercher de nouveaux caractères spécifiques plus constants et plus sûrs.

***

Une telle orientation des études de Mammalogie et d'Ornithologie entraîne, nécessaire-

ment, une organisation nouvelle des laboratoires, voire de l'enseignement.

A côté du travail de naturalisation qui doit être continué, mais modifié dans ses méthodes et perfectionné dans ses résultats, en vue de l'amélioration constante des collections, il faut que les zoologistes puissent poursuivre leurs recherches, autant sur le vivant que sur le cadavre, afin d'établir leur détermination sur des données biologiques aussi étendues que possible.

La ménagerie devient ainsi un centre essentiel de l'étude des Mammifères et des Oiseaux. A défaut de pouvoir être élevée à la hauteur d'un service indépendant et autonome, elle mérite de faire un jour retour à la chaire dont elle constitue le prolongement naturel.

Ces considérations d'ordre général disent assez, par elles-mêmes, l'orientation que je chercherai à imprimer à la Chaire de Zoologie des Mammifères et des Oiseaux.

L'enseignement que je me propose de donner sera d'accord avec ces tendances et avec l'esprit même dans lequel le Muséum a été institué. Tout en tenant compte de l'état actuel de la science et des recherches poursuivies, cet enseignement doit mettre en œuvre les immenses matériaux dont on dispose du fait des collections, c'est-à-dire qu'il doit être, avant tout, et surtout, démonstratif.

Sans jamais perdre son caractère désintéressé, cet enseignement essaiera cependant, à l'occasion, de revêtir un caractère économique et utilitaire. En cela, il sera conforme à l'esprit du décret de 1793, qui l'a institué, sous l'inspiration de Daubenton.

Je chercherai, ainsi, à continuer la brillante tradition qui fut établie dans ma chaire par mes éminents prédécesseurs et je me déclarerai satisfait, si je réussis à les imiter, sans avoir la prétention de les égaler.

E. BOURDELLE,
Professeur au Muséum National
d'Histoire naturelle.

SUR L'ÉVOLUTION DES IDÉES GÉOMÉTRIQUES

On a beaucoup insisté, et avec juste raison, sur l'influence profonde exercée récemment sur le cours de la pensée géométrique par les doctrines relativistes. Mais cet aspect de l'évolution scientifique ne peut en faire oublier certains autres, dont nous allons nous occuper ici. Pour la commodité du lecteur, nous resterons dans le champ de la géométrie usuelle, c'est-à-dire euclidienne et à trois dimensions.

L'inauguration par Descartes de la méthode analytique a marqué une étape mémorable, en donnant des procédés permanents pour la résolution de questions jusqu'alors hasardeuses. Toutefois, le recours à des axes, étrangers au problème étudié, la longueur fréquente des calculs à effectuer, en même temps que leur absence d'apparentement logique avec le but poursuivi, ont suscité une réaction qui a fait naître le calcul géométrique, et plus récemment a conduit à l'édification d'une véritable doctrine à laquelle on peut donner le nom de *géométrie vectorielle* : un de ses caractères séduisants, récemment révélé par les travaux de M. H. Weyl (1), est de montrer le lien étroit qui existe entre la théorie des opérations vectorielles d'une part, et la construction axiomatique de la géométrie d'autre part. Par là, cette discipline acquiert une grande objectivité.

Malgré quoi, la géométrie vectorielle demeure empreinte de caractères cartésiens. Je voudrais essayer de le montrer en même temps que d'expliquer en quoi consiste la *forme cantorienne* vers laquelle la géométrie semble tendre aujourd'hui.

Les continuateurs de Descartes ne tardèrent pas, en théorie des courbes, à faire usage de la représentation paramétrique. Comme ils n'étudiaient que des courbes *honnêtes*, la représentation en était donnée par des « *functiones continuæ* » au sens d'Euler, c'est-à-dire, en langage moderne, par des fonctions analytiques. Lorsque Lejeune-Dirichlet eut étendu le sens du mot fonction en le ramenant à l'idée de correspondance, il fallut étudier les courbes représentées par des fonctions continues quelconques. On en vint à s'apercevoir, avec M. Peano, qu'une telle « courbe » pouvait remplir un carré : on s'était donc trop avancé dans la voie de la généralisation, si du moins l'on entendait réserver le nom de courbe à des ensembles de points pour lesquels cette appellation ne se trouvât point contredire d'emblée l'intuition courante. Cependant, la substitution, à des fonctions continues quelconques, de fonctions dérivables jusqu'à un certain ordre permettait de traiter maints problèmes (tangente, courbure, etc.) dans un champ dépassant déjà de beaucoup celui des courbes représentables par des fonctions analytiques. La commodité de ce point de vue le fit adopter universellement et bientôt, tout exposé géométrique commença par un préambule de cette nature : soit une ligne, ou une surface, définie par des formules dérivables jusqu'à un ordre qui sera précisé ultérieurement ; les conditions déterminantes qui fixaient cet ordre étaient de pure commodité et

(1) Temps, espace, matière, trad. Juvet, librairie Blanchard.

visaient à une application facile des méthodes cartésiennes.

La géométrie vectorielle, telle qu'on l'enseigne aujourd'hui, a conservé cet opportunisme. Qu'il s'agisse d'un point ou d'un vecteur, fonction géométrique d'un ou de deux paramètres, on se hâte de supposer à cette fonction des propriétés de dérivabilité, afin d'écarter, pour la suite, certaines difficultés. Avant d'en aborder l'étude, résumons ce qui précède dans ce fait essentiel : la géométrie vectorielle reste cartésienne dans sa manière de poser les problèmes ; elle les délimite, artificiellement parfois, pour permettre à un certain mécanisme opératoire de s'exercer.

Si l'on veut rompre avec les restrictions de commodité, c'est-à-dire étudier les faits géométriques dans leur *domaine naturel d'existence* (1), moyennant un minimum d'hypothèses, on se rallie à une tendance nouvelle, fréquente dans les travaux récents, et en faveur de laquelle Georges Cantor semble avoir opté l'un des premiers, en étudiant précisément la définition qu'il convient de donner d'une courbe. Cantor cherche à situer la courbe au sein d'une classe importante d'ensembles de points ; celle des continus ; une ligne plane est pour lui *un continu dépourvu de points intérieurs*. Nous voyons ici nettement ce qu'est le point de vue cantorien, et en quoi il se distingue du point de vue cartésien, du recours à la représentation paramétrique. Du moins, comme l'a fait observer Jordan, peut-on conserver cette dernière, si l'on postule l'absence de points multiples : par cette restriction, on obtient une figure dont les caractères s'identifient bien avec ceux de la courbe, au sens usuel de ce terme : mais, la notion d'*arc simple*, ainsi élaborée, est beaucoup moins complexe que la précédente notion de la ligne cantorienne, et il a fallu beaucoup de pénétration pour jeter un pont entre elles deux. Ce pas est aujourd'hui franchi, grâce à l'idée de *continu irréductible entre deux points*, due à M. Zoretti, laquelle particularise celle de ligne cantorienne plane, en même temps qu'elle s'applique encore à l'espace ; seulement, s'il est vrai que tout arc simple de Jordan est un continu irréductible entre ses extrémités, il n'est pas exact qu'un continu irréductible soit en général un arc simple ; pour légitimer cet énoncé, il faut introduire avec le regretté Janiszewski, cette restriction : *absence de continu de condensation*. Nous arrivons ainsi à cette conclusion :

(1) J'emprunte cette expression au regretté Urysohn, qui dans son mémoire *sur les multiplcités cantoriennes* (Fundamenta Mathematica, t. VII) énonce explicitement que « *toute théorie mathématique a un domaine naturel d'existence* », affirmation qui constitue une aspiration à la forme cantorienne, objet du présent article.

Janiszewski *a retrouvé la notion d'arc simple par une voie purement cantorienne*, c'est-à-dire à laquelle toute considération cartésienne est étrangère.

Le problème de la discrimination des courbes est purement topologique, c'est-à-dire s'appuie sur des caractères invariants par les transformations continues et biunivoques les plus générales. La géométrie cantorienne, telle que nous la concevons, englobe aussi bien des problèmes métriques : elle peut être d'ailleurs enclidienne ou non. C'est par ses moyens d'action qu'elle acquiert sa physionomie propre.

C'est par un problème métrique que nous montrerons comment le passage à la forme cantorienne s'effectue parfois d'une manière insensible. Dans sa mémorable Thèse (1) ,M. Henri Lebesgue a démontré qu'*une courbe rectifiable possède une tangente, sauf en des points formant un ensemble de mesure nulle*. Il s'agit pour lui d'une courbe de Jordan, c'est-à-dire définie par une représentation paramétrique. Si nous faisons appel aux conceptions récentes de M. Cárathéodory sur la mesure (2), nous pouvons attacher un sens à l'affirmation suivante : *une continu est de longueur bornée* ; elle signifiera qu'on peut le recouvrir d'un nombre fini de sphères, dont le diamètre maximum soit arbitrairement petit et dont la somme des diamètres demeure cependant bornée. Du théorème précédent, on tire alors bien aisément le suivant : *un continu de longueur bornée admet une tangente, sauf sur un ensemble de mesure nulle*. Cette modification insignifiante de l'énoncé nous rapproche de la forme cantorienne.

Mais n'y a-t-il pas, dans la recherche systématique de cette forme, une simple préoccupation esthétique ? Nous trouvons encore, dans la Thèse de M. Lebesgue, une réponse à cette question. Le recours à des restrictions de commodité peut bouleverser complètement l'aspect d'un problème, et le savant géomètre nous cite le suivant : considérons les surfaces applicables sur le plan ; les traités classiques enseignent qu'elles sont coniques, cylindriques ou engendrées par les tangentes à une courbe gauche. En réalité, on n'a pas ainsi la solution complète, mais seulement, une solution restreinte, qui se sépare grâce à l'hypothèse commode de la continuité des permières dérivées. Il suffit d'avoir froissé une feuille de papier pour se convaincre qu'il doit exister des surfaces non réglées applicables sur le plan, et M. Lebesgue nous apprend à en définir par des procédés opératoires : d'où une première contribution au

(1) *Intégrale, longueur, aire*, Paris, 1902.

(2) *Uber das lineare Masz*, etc... Göttingen Nachrichten, 1914.

problème cantorien de la déformation des surfaces.

Il serait ambitieux et prématuré de décrire, à l'heure actuelle, l'esprit général des méthodes de la géométrie cantorienne. Notons cependant quelques remarques immédiates.

Tout d'abord la construction systématique dont nous avons montré l'opportunité sera dominée par des considérations de *groupes*, qui en fixeront la structure dans ses grandes lignes. Chaque proposition sera classée d'après son degré de généralité, ou ce qui revient au même, suivant son groupe d'invariance. Lorsqu'on énonce avec Jordan qu'une ligne fermée, sans point double, tracée dans le plan, le scinde en deux régions, on émet une affirmation topologique, c'est-à-dire invariante par le groupe général des transformations continues et biuniques. Lorsqu'on énonce avec H. Lebesgue qu'une ligne rectifiable admet une tangente presque partout, on formule une proposition invariante par une classe restreinte des transformations précédentes, notamment celles définies par des fonctions continument dérivables du premier ordre, on a donc émis ici une affirmation de topologie restreinte du premier ordre. On pourrait introduire pareillement les propriétés topologiques restreintes d'ordres 2, 3, etc...

L'intérêt de cette classification est de constituer par elle-même un programme de recherches. Par exemple, à défaut d'une définition purement cantorienne de la surface de Jordan (qui nous manque encore) ne pourrait-on, dans le champ restreint de la topologie d'ordre un, donner une définition de forme aussi cantorienne que possible, et embrassant une classe pratiquement importante de surfaces. Posons le problème sous la forme suivante : *définir une rondelle de surface simplement connexe, s'appuyant sur un contour fermé simple donné, qui la délimite.*

L'ensemble cherché sera d'abord un continu, irréductible par rapport au fait de contenir le bord, et de permettre la jonction de deux points du bord par une suite d'arcs simples, n'ayant en commun que ces deux points, et permettant de passer continument de l'un des arcs, déterminés sur le bord par nos deux points, à l'autre. Mais la classe (purement topologique) ainsi obtenue, serait beaucoup trop vaste : faute de savoir la restreindre par une condition elle-même topologique, nous pouvons nous tourner vers la topologie du premier ordre : elle s'appuiera naturellement sur une *classification du premier ordre des points limites*. Considérons les droites joignant deux points de l'ensemble étudié infiniment voisins du point limite A. Elles admettent un ensemble limite L, formé de droites issues de A et déterminant, par ses propriétés, la classification que nous cherchons. Notamment, si la section de L par une sphère de centre A comprend des aires, nous dirons que A est un *point hyper-limite*, si elle comprend toute la sphère, nous dirons que A est un *point hyper-limite total*. Cela posé, si nous notons qu'une surface définie par une équation résoluble par rapport à l'une des coordonnées offre des propriétés simples (quarrabilité, minimum fini de la distance entre deux points), lorsqu'on la suppose dépourvue de points hyper-limites totaux, on peut penser que l'absence de tels points serait une restriction intéressante à introduire dans la définition en litige.

Une autre remarque est la suivante : *la poursuite systématique du prolongement fonctionnel sera un moyen d'atteindre la forme cantorienne.* Si l'idée de prolongement fonctionnel était un simple synonyme de ces mots : *recherche de la généralité maximum*, cette affirmation pourrait être imputée à M. de la Pallice. Cependant, son intérêt propre est considérable : étant donné un problème géométrique quelconque, supposons-le résolu dans un champ restreint, c'est-à-dire moyennant certaines hypothèses de commodité sur les données ; supposons encore que l'on sache étudier, dans ce champ, comment une variation des données affecte la solution. Si certaines conditions de continuité sont remplies, on pourra passer du champ restreint à un champ plus large. En somme, la solution est considérée ici comme une fonction des données du problème, qui peuvent être très complexes : c'est donc une fonction au sens de l'Analyse fonctionnelle, ou plus précisément encore, avec le degré de généralité donné par M. Maurice Fréchet à ce terme, dans ses profonds travaux sur les ensembles abstraits (1). Citons quelques exemples qui montrent comment le prolongement fonctionnel a permis d'atteindre la forme cantorienne.

C'est le problème de Dirichlet qui m'a suggéré l'idée du prolongement fonctionnel. Il s'agit, étant donné un corps homogène bon conducteur de la chaleur et de forme géométrique arbitraire, de déduire les températures internes des températures périphériques, dans un état d'équilibre où ces dernières sont données. M. Hadamard a étudié systématiquement la dépendance de la solution vis-à-vis de la frontière du bloc et de la répartition thermique correspondante, dans le champ restreint où s'applique par exemple la méthode de M. Fredholm. Or les caractères de cette dépendance sont tels qu'on peut précisément l'élargir, et la définir pour des domaines quelconques, de même qu'on étend la définition de la fonction exponentielle, primitivement posée pour les valeurs rationnelles, à toutes les valeurs réelles. En

(1) Sur quelques points du calcul fonctionnel, Thèse, Paris, 1906.

réalité, cette extension avait déjà été réalisée par H. Poincaré dans l'exposé de sa méthode du balayage, mais il y avait si peu insisté que plusieurs auteurs l'ont ensuite retrouvée indépendamment. Finalement, on peut considérer que par leurs travaux, l'énoncé du principe de Dirichlet a pris la forme cantorienne. D'autres auteurs ont fait parcourir le même stade au principe de Riemann, concernant la possibilité d'une représentation conforme, sur l'aire d'un cercle, de toute aire plane simplement connexe. Le même résultat est également atteint pour le principe de Neumann, utilisé en hydrodynamique pour étudier le mouvement irrotationnel d'un liquide en vase clos, et tandis que la définition de la fonction de Neumann (la résolvante de ce problème) pouvait être posée de différentes manières dans le champ trop étroit où l'on s'était placé tout d'abord, une seule reste acceptable en toute généralité, et conduit à une formule de variation infinitésimale particulièrement simple (1).

Notons, en terminant, une particularité curieuse : les premiers géomètres qui abordèrent l'étude du calcul fonctionnel, en passant des équations différentielles aux équations intégrales, puis aux équations intégro-différentielles, et plus tard aux équations aux dérivées fonctionnelles, semblaient s'écarter progressivement du centre des mathématiques, pour en rechercher les boulevards extérieurs. De l'œuvre de M. Fréchet, s'est dégagée par contre cette conclusion : la topologie, qui forme l'assise de base de la géométrie, celle qui englobe les propositions douées du champ d'invariance le plus large, trouve les meilleurs éléments de sa construction autonome dans les études ayant pour objet les ensembles abstraits, c'est-à-dire dans le calcul fonctionnel. Pareillement (et sans nul doute, est-ce là une généralisation de la remarque précédente) le calcul fonctionnel est encore un précieux auxiliaire dans la poursuite de la forme cantorienne, dans l'effort qui se propose de dégager les phénomènes géométriques de toute ingérence étrangère, pour en pénétrer la simplicité souvent cachée.

G. Bouligand.

Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers.

(1) *Bulletin des Sciences Mathématiques*, juillet et novembre 1923, mai et juin 1924, septembre 1926.

DE L'INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR LES PROPRIÉTÉS DES ALLIAGES

Des mémoires récents, résultats de recherches entreprises dans de nombreux laboratoires français et étrangers, viennent d'apporter quelques éclaircissements à ce très important problème de l'influence des variations de la température sur les propriétés des alliages. Problème extrêmement vaste et complexe, sur lequel on ne possède encore que des données générales, et qui présente un intérêt pratique considérable : d'une part, toutes les industries de transformation des produits métallurgiques, les industries de construction mécanique, sont directement intéressées par les températures optima à observer en vue de tel ou tel traitement : laminage, forgeage, filage, etc., ces températures optima étant conditionnées par la possibilité, puis la plus ou moins grande facilité de travail (laquelle détermine ensuite les caractéristiques de puissance du matériel à employer) et par la qualité finale du produit ; d'autre part, les desiderata de plus en plus sévères, conséquence naturelle des grands progrès mécaniques accomplis en très peu de temps dans certains domaines, obligent à la recherche des alliages les meilleurs dans les conditions d'emploi : c'est le cas, pour les basses températures, d'éléments de machines frigorifiques, de certaines parties essentielles d'avions pour les vols à grande altitude ; aux températures élevées, ce sont des pièces de moteurs Diesel, et de moteurs d'avions à grande puissance, de turbo-compresseurs, de chaudières marines ou de récipients à haute pression (synthèse de l'ammoniaque).

Nous ne retracerons pas ici la théorie générale des modifications structurales des alliages avec la température, bien que ces transformations aient, comme nous allons le voir, une influence immédiate sur les propriétés ; nous nous bornerons à résumer brièvement l'état actuel de nos connaissances sur les variations des propriétés et les conséquences pratiques qui en découlent.

I. — Les variations des propriétés avec la température.

L'étude de ces variations se fait en utilisant des éprouvettes des alliages envisagés, portant ces éprouvettes aux températures voulues et déterminant par des essais convenables les valeurs des propriétés cherchées. Nous allons examiner successivement les principales propriétés, d'ordre pratique, des alliages et donner quelques exemples sur des produits métallurgiques usuels. Nous distinguerons le cas des températures éle-

vées et des températures inférieures à la température ordinaire.

A. — Températures élevées.

Dilatation. — L'étude de la dilatation en fonction de la température en dehors de son intérêt primordial pour la détermination des diagrammes d'équilibre des alliages, peut avoir des applications directes dans le calcul de certains organes de machines travaillant à température élevée. La dilatation des aciers ordinaires a été particulièrement étudiée par MM. Henry Le Chatelier, Charpy, Grenet et Chévenard : ils ont montré que les aciers ordinaires ont, au-dessous des points de transformation à l'état solide, sensiblement le même coefficient de dilatation ; à 730°, il se produit au chauffage une contraction brusque due au changemnt de structure, et dont l'amplitude est d'autant plus importante que la teneur en carbone est plus voisine de

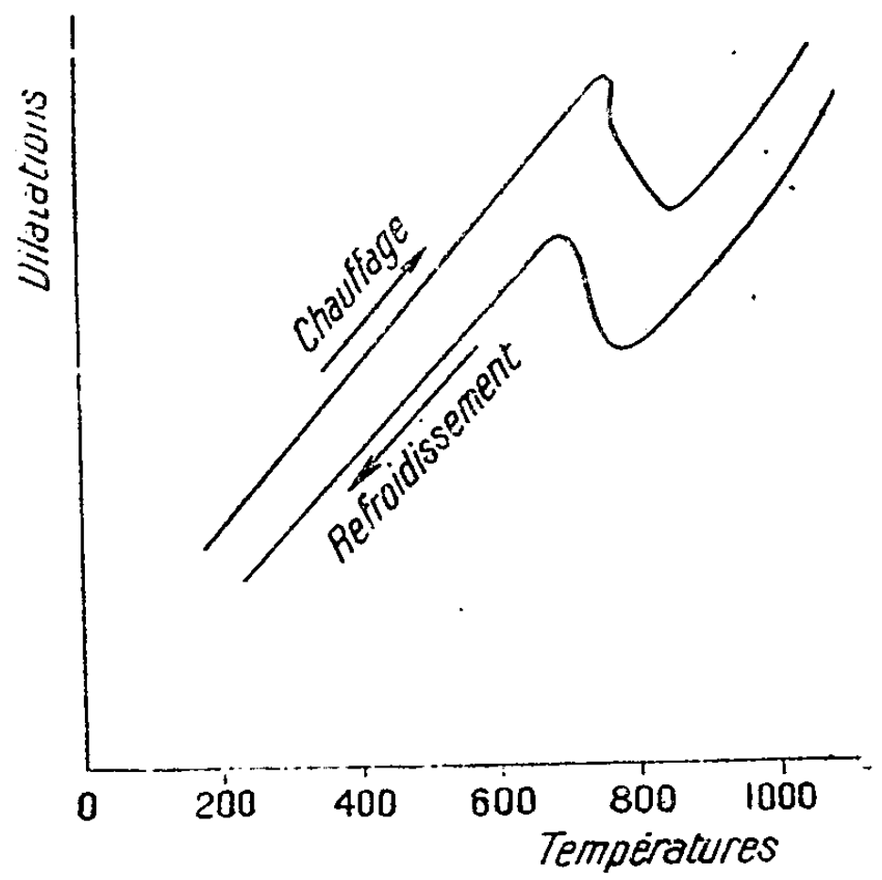


Fig. 245.
Courbes de dilatation d'un acier ordinaire demi-dur.

0,85 o/o ; après cette transformation brusque, on observe, lorsque la température continue à monter, une transformation lente : contraction pour les aciers à moins de 0,85 o/o de carbone, dilatation pour ceux à teneurs plus élevées ; puis, la dilatation redevient normale lorsqu'on atteint le domaine de la solution unique ; au refroidissement lent, ces variations se reproduisent en sens inverse, d'une façon assez symétrique, du moins dans le cas des aciers ordinaires ; la figure 243 montre l'aspect des courbes obtenues pour un acier demi-dur.

Propriétés physiques secondaires. — Les variations de quelques propriétés secondaires en fonction de la température peuvent avoir de l'intérêt dans certains cas ; telles sont les conductibilités électrique et thermique dont les courbes ont des allures fort semblables, la chaleur spécifique, la force électromotrice de dissolution, la thermo-électricité, le magnétisme ; ces déterminations permettent de serrer les calculs de pertes calorifiques, de transmission et de récupération de la chaleur ; certaines de ces propriétés et leurs variations doivent même intervenir dans des phénomènes encore très mal connus comme les corrosions anormales des tubes de chaudières.

Attaquabilité chimique, corrosion. — Là encore, se trouve un domaine peu exploré en relation étroite, comme nous venons de l'indiquer, avec des actions d'ordre physique ; la corrosion par des gaz dans les moteurs et dans certaines machines, par des liquides, eaux impures, eau de mer, mazouts, s'accentue avec la température et s'aggrave du fait de phénomènes électrolytiques connexes.

Traction. — Nous en arrivons aux propriétés mécaniques, dont l'étude trouve ses applications immédiates dans la construction.

La traction vient en première ligne ; c'est certainement là le domaine le mieux exploré dans l'action des températures élevées ; cependant un secteur était resté jusqu'à ces dernières années vierge de toute recherche systématique : c'est celui de l'écoulement à chaud ; nous allons l'étudier spécialement plus loin, mais auparavant nous examinerons les résultats de l'essai ordinaire à la traction, mené par application relativement rapide de charges croissantes entraînant la rupture.

On sait que les grandeurs essentielles définies par cet essai sont :

— La charge de rupture R, charge minimum, en kilogrammes par millimètre carré, nécessaire à la rupture du métal ;

— La limite élastique E, charge maximum, en kilogrammes par milimètre carré, que peut supporter le métal sans présenter, après cessation de l'effort, une déformation permanente ;

— L'allongement A, différence entre la longueur finale après rupture (en rapprochant les parties arrachées) et la longueur initiale, cette différence étant rapportée à la longueur initiale ; il y a lieu de remarquer à ce propos que la base sur laquelle on mesure cet allongement n'est pas indifférente, par suite de sa situation possible par rapport à la striction, la région strictionnée présentant un allongement beaucoup plus considérable que le reste de l'éprouvette ;

La striction Σ, qui est à la réduction de section ce que l'allongement est à la déformation axiale linéaire.

Même en laissant de côté les modifications brusques dues aux transformations structurales à certaines températures bien déterminées, les variations de ces caractéristiques à la traction en fonction de la température sont fort compli-

quées et souvent fort différentes d'un alliage à un autre pourtant très voisin du premier par la composition ; tout ce que l'on peut dire de général est que la charge de rupture, après des débuts parfois mouvementés, avec minima et maxima, finit par tomber assez rapidement et garde des valeurs très faibles jusqu'au début de la fusion ; la limite élastique fait souvent de même ; quant aux allongements et à la striction, avec certains alliages, ils varient de façon analogue ; avec d'autres, l'allure des courbes est catégoriquement différente : à certaines températures, atteignant parfois 700°, les courbes se relèvent très vite et atteignent des maxima représentant jusqu'à 10 fois les valeurs à température ordinaire. Les figures 246 et 247 donnent des exemples de ce dernier genre de variation, pour le cuivre et l'aluminium purs. La fig. 248 montre les courbes comparatives de R et E pour un acier ordinaire à 80 kg. et un alliage spécial des aciéries d'Imphy, contenant environ, outre le fer, 60 o/o de nickel, 10 o/o de chrome et 4 o/o de tungstène ; on voit qu'au-dessus de 400°, les propriétés sont nettement supérieures pour ce dernier alliage : à 600°, par exemple, la charge de rupture est de 40 kilogrammes par millimètre carré au lieu de 15 pour l'acier ordinaire, la limite élastique de 27 au lieu de 12.

Le problème a été particulièrement travaillé pour les aciers ordinaires, et les résultats sont fort intéressants au point de vue des tôles de chaudières, de boîtes à feu, etc... M. E. Dupuy a étudié de façon très approfondie (1) un certain nombre d'aciers ordinaires, sous divers états, brut, traité, laminé, laminé et traité, au point de vue variations de la charge de rupture et de la striction ; le traitement antérieur, à composition chimique égale, a une grosse influence sur les résultats; la figure 249 donne les courbes obtenues pour un acier demi-dur laminé; on remarque vers 300° le maximum de R et le minimum de Σ correspondant au phénomène bien connu sous le nom de « fragilité au bleu » ; aux températures de transformation, entre 700° et 900°, on a soit des discontinuités, soit des pointements assez accusés ; enfin, lorsqu'on arrive au début de l'état liquide, toutes les courbes tombent brusquement à zéro. M. E. Dupuy a pu relier ses résultats aux indications de structure données par le diagramme fer-carbone de Roozeboom : au-dessous de 700°, domaine du fer α et de la cémentite, ce sont les cristaux de fer α qui se déforment sous l'effort de traction ; donc la rupture se produit avec des déformations de moins en moins sensibles à mesure que la teneur en carbone de l'acier augmente ; dans le domaine de la solution solide pure de carbone dans le fer γ à haute température, la plasticité est excellente ; entre ces deux zones on a une plasticité croissante avec la teneur en solution solide, sauf, toutefois, dans la région du fer β où il y a de la fragilité.

(1) *Revue de Métallurgie*, mémoires 1921, page 331.

Viscosité à chaud. — Un phénomène d'une importance capitale dans certains emplois est celui de la viscosité ou écoulement à chaud. Son principe est le suivant : Si, à une température donnée on fait subir à un métal ou un alliage un certain effort, le métal ou l'alliage prend une certaine déformation, qui, pour les valeurs fai-

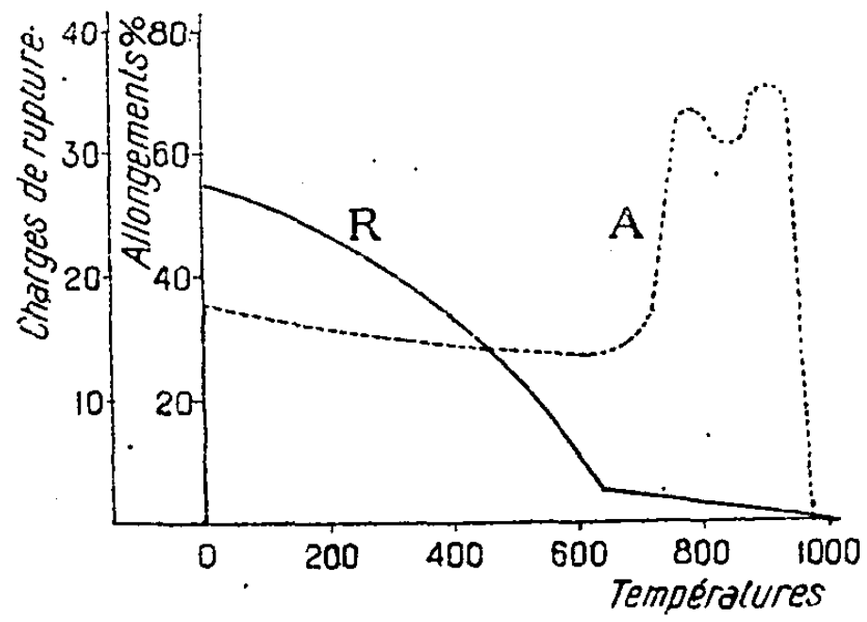


Fig. 246. — Tractions sur cuivre.

bles de l'effort, ne se modifie plus dans le temps ; si l'on exerce des efforts de plus en plus grands, il existe une valeur de l'effort appelée limite de viscosité, à partir de laquelle le métal ou l'alliage continue à se déformer suivant une loi linéaire, en fonction du temps ; il y a écoulement continu et ceci jusqu'à la rupture. Nous avons déterminé les limites de viscosité à la traction des principaux aciers ordinaires et spéciaux, du cuivre et de ses alliages (1) ; nous poursuivons nos déterminations sur le nickel, l'aluminium et leurs alliages; la figure 250 résume les résultats obtenus sur une partie des produits essayés ; elle montre la variation de la limite de viscosité en fonction de la température ; nous avons porté également sur cette figure la variation de la charge de rupture et la limite de viscosité est souvent considérable ; pour le cuivre à 400°, par exemple, la charge de rupture étant de 16, la limite de viscosité tombe à 1,5. Nous en examinerons, à la fin de ce travail, la répercussion au point de vue sécurité.

Choc. — Les essais de choc *par flexion* conduisent à la détermination de la résilience, caractéristique variant en sens inverse de la fragilité, et représentant le nombre de kilogrammètres par centimètre carré nécessaire pour casser, dans certaines conditions bien déterminées, un barreau de l'alliage étudié.

Pour les aciers ordinaires, les courbes de ré-

(1) *Revue de Métallurgie*, Mémoires, décembre 1925 et 1926, pp. 753 et 701.

silience passent par un maximum correspondant à 175° environ, puis, par un minimum pour une valeur comprise entre 400 et 500° ; c'est ce que l'on appelle le phénomène de la « fragilité au bleu » auquel nous avons déjà rattaché certaines anomalies des courbes de traction, bien que ces dernières se révèlent à une température un peu plus basse ; la figure 251 représente les résultats obtenus sur un acier ordinaire demi-doux. Pour

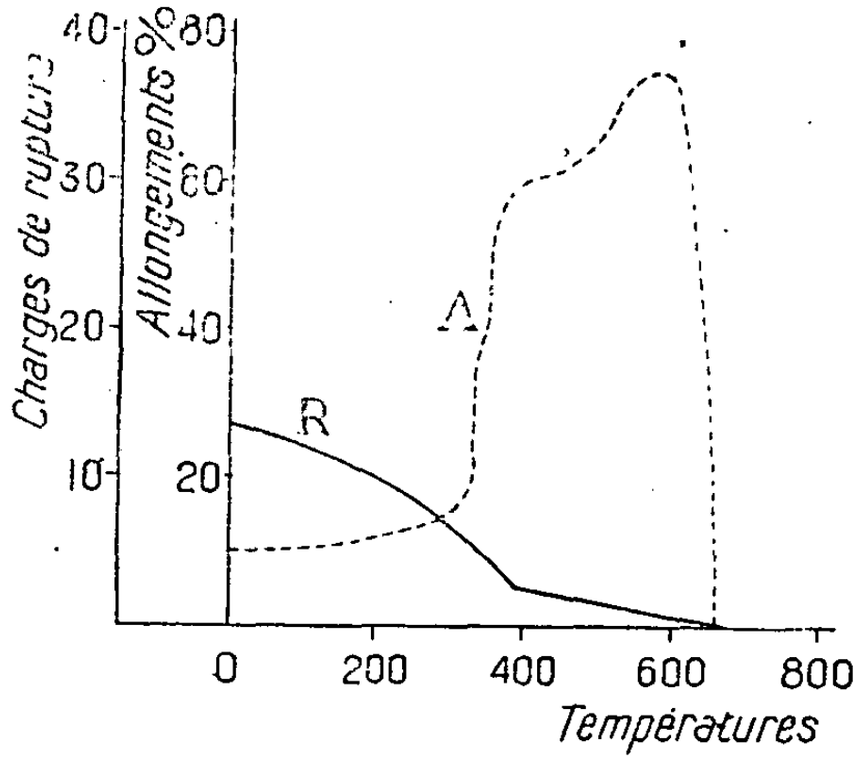


Fig. 247. — Tractions sur aluminium.

les aciers spéciaux, le phénomène est plus complexe, mais il est assez nettement élucidé par les questions de structure ; les additions d'éléments spéciaux dans les aciers produisent des déplacements des zones du diagramme d'équilibre, c'est-à-dire des changements de constitution qu'il est facile d'étudier au microscope ; on peut ainsi — il serait trop long de s'étendre ici sur ce sujet — diviser les aciers spéciaux, par suite de similitudes de structures, en un certain nombre de catégories dans chacune desquelles les variations de la résilience en fonction de la température sont semblables ; c'est ainsi que les aciers renfermant des additions faibles donnent des courbes se rapprochant de celles des aciers ordinaires ; les aciers à teneur moyenne en nickel, manganèse et chrome, fragiles aux environs de la température ordinaire, voient entre 200 et 400° leur résilience se relever très rapidement pour atteindre souvent, vers 600°, des valeurs fort élevées ; les aciers à fort pourcentage en nickel et en manganèse ne sont jamais fragiles, contrairement à ceux renfermant des carbures qui voient cependant, parfois, leur résilience se relever aux très hautes températures.

Signalons, enfin, que, dans certains alliages, des additions même très faibles entraînent à température élevée une répercussion considérable sur la résilience : par exemple, un laiton à 90 o/o de cuivre, dans lequel on ajoute 1 o/o de plomb, voit sa résilience à 900° passer de 15 à 1.

Un autre essai de choc intéressant est celui du choc *par traction* ; il consiste à rompre une éprouvette cylindrique comme dans un essai de traction mais avec une vitesse infiniment grande, l'arrachement étant provoqué par un violent coup de mouton ; on rapporte ici le travail de rupture au volume utile de l'éprouvette ; nous avons effectué récemment (1) une série d'essais de ce genre, à des températures croissantes, sur aciers ordinaires, les courbes de variations rappellent un peu celles des résiliences au choc par flexion ; maximum accusé vers 150 à 200°, puis minimum entre 500 et 600° suivi d'une très brusque remontée pour 600 à 700° et d'une chute rapide ensuite ; les anomalies sont plus complexes sur aciers spéciaux et les résultats souvent fort curieux ; avec un acier à 0,6 o/o de carbone, 21 o/o de nickel et 2 o/o de chrome, nous avons trouvé à 600° un allongement de 50 o/o environ.

Dureté. — La dureté des alliages est généralement caractérisée par l'essai à la bille consistant à enfoncer dans le métal, sous une certaine pression, une bille d'un diamètre déterminé ; on en déduit le nombre de Brinell, rapport entre l'effort exercé en kilogrammes et la surface en millimètres carrés de la calotte sphérique constituant l'empreinte ; ce nombre de Brinell est donc d'autant plus élevé que le produit essayé est plus dur.

Robin (2) a étudié par cette méthode la variation de dureté des aciers ordinaires avec la

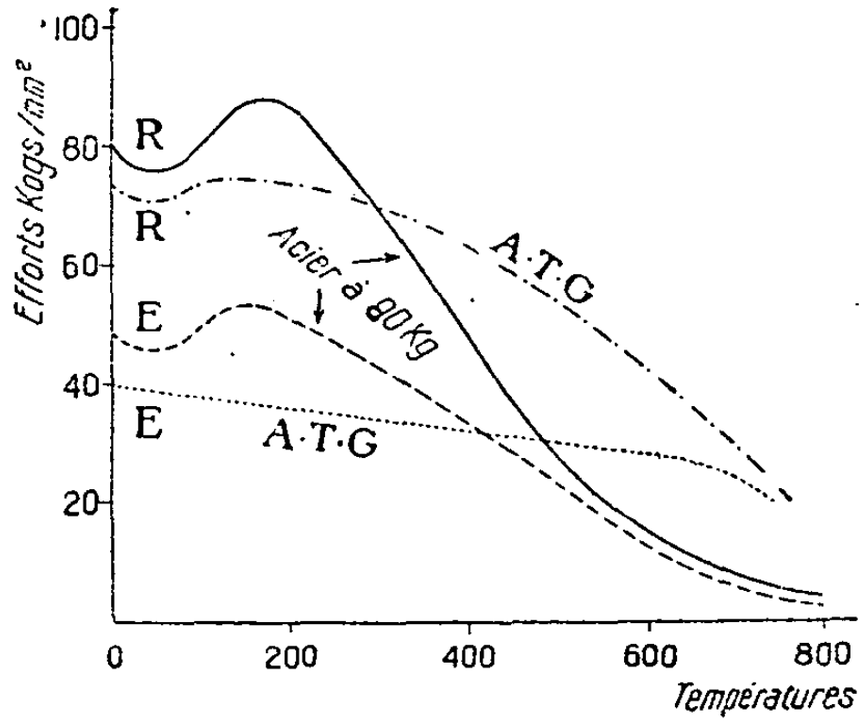


Fig. 248. — Tractions sur acier dur et alliage A. T. G. d'Imphy

température et trouvé des courbes qui rappellent celles des charges de rupture, avec minimum peu accentué vers 100°, maximum vers 300° et chute rapide ensuite.

M. Léon Guillet (3) a exécuté de son côté un

(1) *Revue de Métallurgie*, Mémoires, p. 893, 1908, et p. 180, 1909.

(2) *Revue de Métallurgie*, Mémoires, avril 1927, p. 210.

(3) Brochure sur la fabrication des obus, *Revue de Métallurgie.*

nombre considérable de déterminations de dureté à haute température dans une étude sur les poinçons nécessaires à la fabrication des obus ; ses essais ont porté sur des fontes et des aciers ordinaires et spéciaux, et sur des nichromes. La

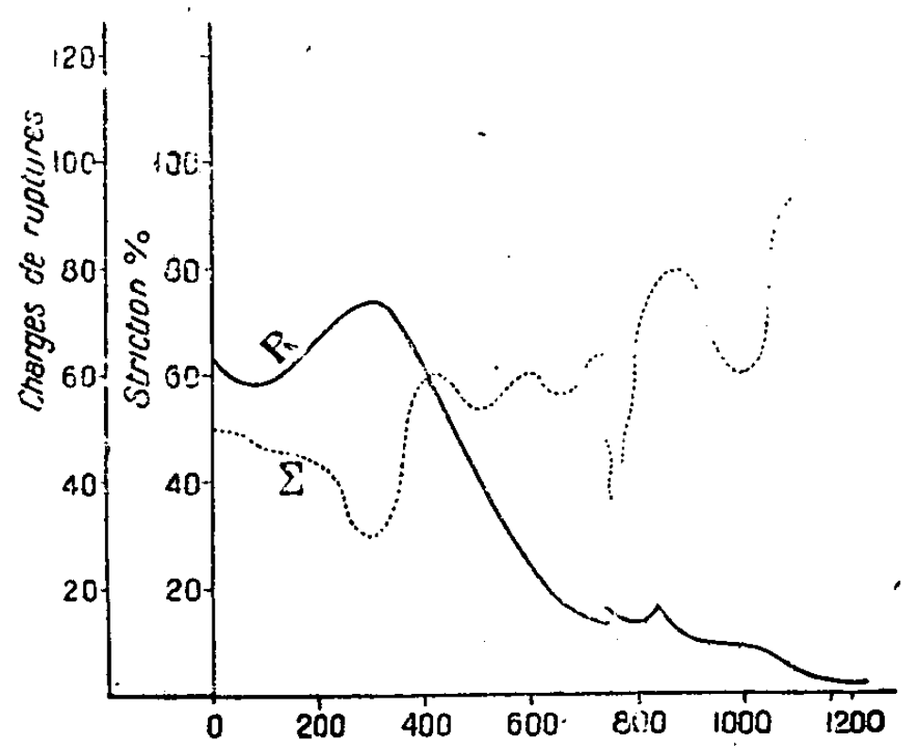


Fig. 249. -- Tractions sur acier demi-dur laminé.
(La courbe en trait plein représente les charges de rupture R. La courbe en pointillé les strictions Σ.)

figure 252 montre quelques-uns des résultats obtenus ; on remarquera la très faible variation de dureté de l'alliage nickel-chrome avec la température, et la valeur encore considérable du nombre de Brinell des aciers rapides à 600°, propriété utilisée pour la réalisation d'outils à grande vitesse de coupe travaillant à des températures de cet ordre de grandeur.

M. Léon Guillet a également étudié, ces dernières années, et de façon très approfondie (1), les variations de dureté, en fonction de la température, du cuivre et de ses alliages principaux : laitons ordinaires et spéciaux, bronzes ordinaires, bronzes d'aluminium ordinaires et spéciaux, cupro-nickels et maillechorts. Il a obtenu des résultats particulièrement importants pour les traitements de ces alliages, laminage à chaud et surtout filage à la presse ; les courbes obtenues varient beaucoup d'allure avec les compositions, mais il en ressort cependant des lois générales basées sur les diagrammes d'équilibre et les constitutions, qui malheureusement dépasseraient le cadre de cet article.

Là, encore, on trouve des anomalies aux changements de structure.

B. — Températures inférieures a la température ordinaire.

Traction. — Sir J. Dewar et sir R. Hadfield (2) ont déterminé, pour un grand nombre d'alliages, les valeurs comparatives de la ténacité et des allongements à la température ambiante et à celle de l'air liquide ; les résultats peuvent se résumer comme suit : pour les aciers ordinaires, la charge de rupture est fortement augmentée, presque doublée parfois, lorsqu'on passe de la température ordinaire à celle de l'air liquide ; les allongements, eux, diminuent rapidement pour atteindre souvent une valeur nulle ; l'addition de nickel contrebat cette chute de ductibilité et, à plus de 4 o/o de nickel, les allongements restent pratiquement constants lorsque la température s'abaisse ; l'addition de manganèse atténue cet effet du nickel ; variations très faibles de la charge de rupture et de l'allongement pour les aciers nickel-chrome à haute résistance ; enfin, les charges de rupture

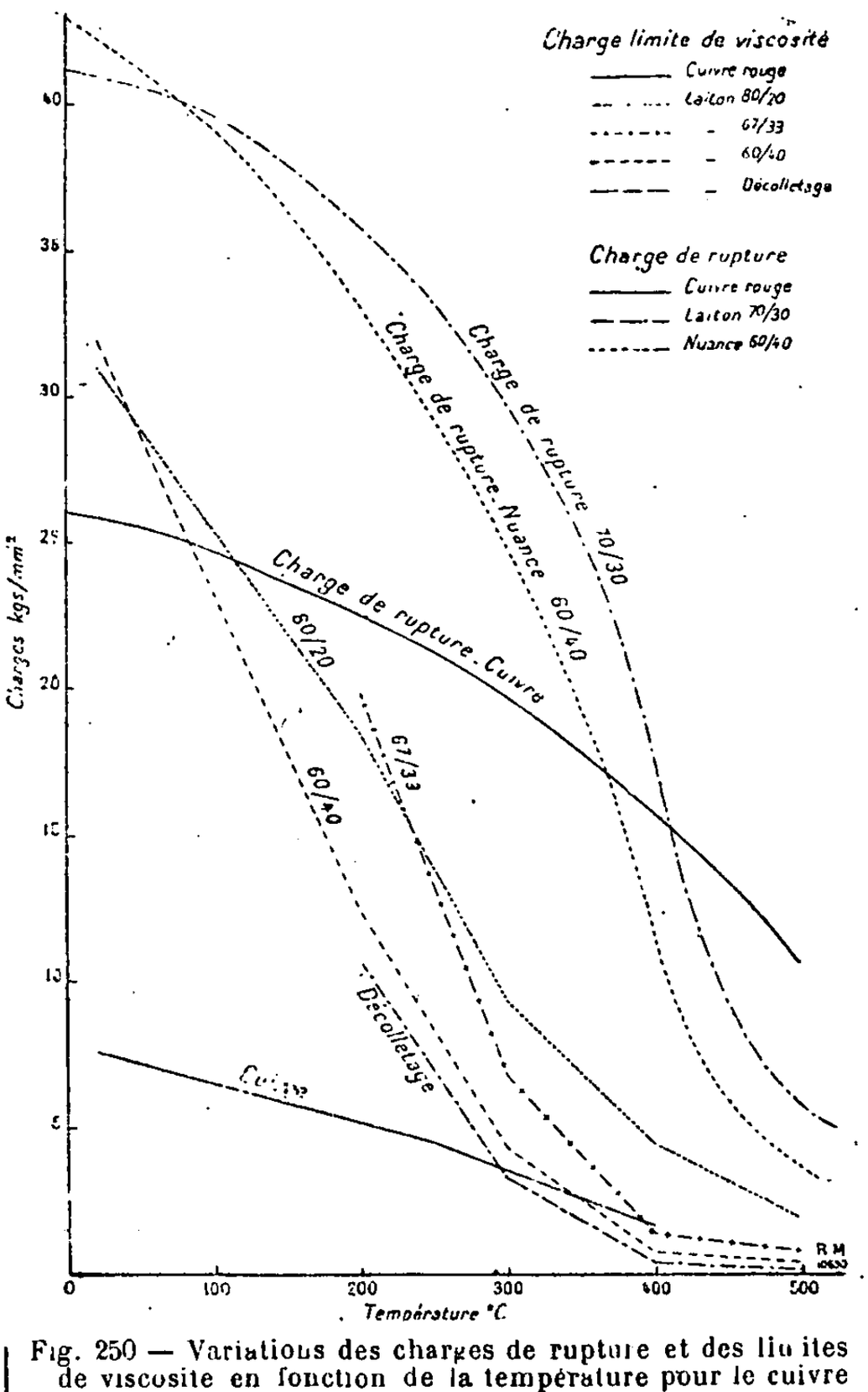


Fig. 250 — Variations des charges de rupture et des limites de viscosité en fonction de la température pour le cuivre et les laitons.

et les allongements s'élèvent dans l'air liquide, faiblement pour le cuivre, fortement pour le nickel et surtout l'aluminium (avec ce dernier métal, les allongements passent de 7 à 27 o/o).

Choc. — M. Léon Guillet et nous-même avons

(1) *Revue de Métallurgie*, Mémoires, p. 295, 1924.
(2) *Proceedings of the Royal Society*, p. 326, 1904.

effectué des essais de choc sur des alliages divers (1) ; on arrive avec les aciers ordinaires recuits, à des fragilités extraordinaires ; le fer pur atteint dès —80° une résilience presque nulle (fig. 253); à mesure que la teneur en carbone augmente, la chute est moins brusque, mais à —190°, les fragilités sont complètes; avec les aciers spéciaux, l'allure des courbes est variable et se rattache à la structure comme dans le cas des températures élevées ; avec certains ferronickels, on a même parfois une légère augmentation de la résilience (fig. 253),

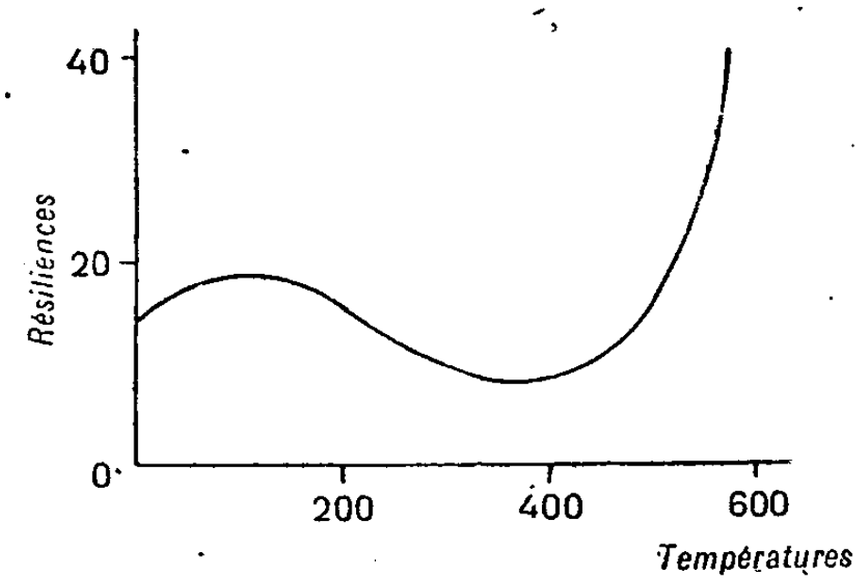


Fig. 251. — Résiliences sur un acier demi-doux ordinaire a 0,21 0/0 de carbonne.

fait qui avait déjà été précisé par M. Chèvenard dans des recherches sur les ferronickels purs, carburés, manganésés et chromés (2) ; le nickel, le cuivre et l'aluminium purs ne présentent pas de variations bien considérables.

Dureté. — Nous avons également étudié les duretés aux basses températures, et les résultats confirment ceux obtenus autrefois par Robin (3) ; là aussi, on a des variations extrêmement curieuses : le fer pur voit sa dureté tripler (fig. 253) de la température ordinaire à —190° ; les duretés des aciers ordinaires augmentent aussi, mais de plus en plus lentement à mesure que la teneur en carbone s'élève ; nous n'avons pas trouvé une seule courbe de dureté, ni parmi les aciers spéciaux, ni parmi d'autres métaux que le fer, allant en s'abaissant vers la température de l'air liquide.

II. — Conséquences pratiques de l'exposé précédent.

On conçoit que ces variations souvent considérables des diverses propriétés avec la température aient une importance capitale au double point de vue que nous avions indiqué en commençant : les transformations et les traitements des produits métallurgiques, leurs emplois suivant les conditions d'échauffement ou de refroidissement en service.

Le *forgeage* et le *laminage*, par exemple, nécessitent une limite élastique basse (pour que le métal conserve le mieux possible la déformation reçue et cela avec le minimum d'effort appliqué), des allongements importants, une dureté faible, une résilience suffisante : il faudra, d'autre part, que ces propriétés gardent ces valeurs dans un intervalle de température suffisant, car ces traitements mécaniques ne peuvent s'opérer à température rigoureusement constante ; si la résilience est en général basse et présente seulement, à une certaine température, une croissance appréciable, mais avec chutes rapides en-deçà et au-delà, il sera impossible de forger et de laminer l'alliage correspondant, car on ne pourra maintenir avec assez de précisions cette température au maximum.

Au contraire, cet inconvénient ne se présente pas dans le *filage* à la *presse ;* ici, en effet, on est maître de la température du lingot, enfermé dans le corps de la presse, et d'autre part la fragilité n'a plus une si grosse importance.

L'utilisation des produits métallurgiques *aux températures élevées ou basses* doit enfin tenir compte de tous les résultats signalés. Nous avons cité l'exemple des poinçons étudiés par M. Léon Guillet pour la fabrication des obus et celui des outils travaillant à grande vitesse ; la composition de ces outils vient encore de subir un appréciable perfectionnement par addition de cobalt en lieu et place d'une partie du tungstène.

Pour les emplois courants, si nous exceptons les aciers ordinaires, même dans un grand état de pureté, nous avons les aciers au nickel et au nickel-chrome dont les limites d'appréciation ont été spécialement étudiées par M. l'Inspecteur général Grard (1) ; citons les alliages créés par M. Guillaume en vue d'applications dilatométriques bien déterminées : invar, platinite ou dilver, élinvar. Nous avons aussi les alliages de cuivre, les cupromanganèses, cupronickels et cuproalúminiums ; les alliages légers, aluminium-cuivre et aluminium-silicium ; les alliages précieux, surtout ceux de platine, dont les propriétés d'inoxydabilité sont bien connues.

Au point de vue fontes, leur élaboration en vue d'une bonne résistance à chaud, nécessite des précautions spéciales pour l'obtention d'une structure fine bien déterminée.

Pour les utilisations plus poussées, nous abordons le domaine des alliages nickel-chrome ou chrome-cobalt, et surtout des aciers spéciaux tels que les aciers au tungstène, au chrome-tungstène, au chrome-tungstène-nickel, au chrome-cobalt, les aciers inoxydables au chrome et au

(1) *Revue de Métallurgie*, Mémoires, p. 215, 1922.
(2) *Revue de Métallurgie*, Mémoires, p. 295, 1924.
(3) *Revue de Métallurgie*, Mémoires, p. 162, 1909.

(1) *L'Acier*, Gauthier-Villars.

chrome-cuivre, les aciers au chrome-vanadium, les A. T. V. et B. T. G. d'Imphy.

Enfin pour les emplois particulièrement durs, comme dans la fabrication des soupapes de moteurs à grande puissance lesquelles travaillent à près de 900°, signalons les compositions d'aciers spéciaux au chrome-silicium-tungstène, récemment mises au point au Service Technique de l'Aéronautique Française par M. l'Inspecteur général Grard (1).

Si l'on veut des produits à bon marché, on

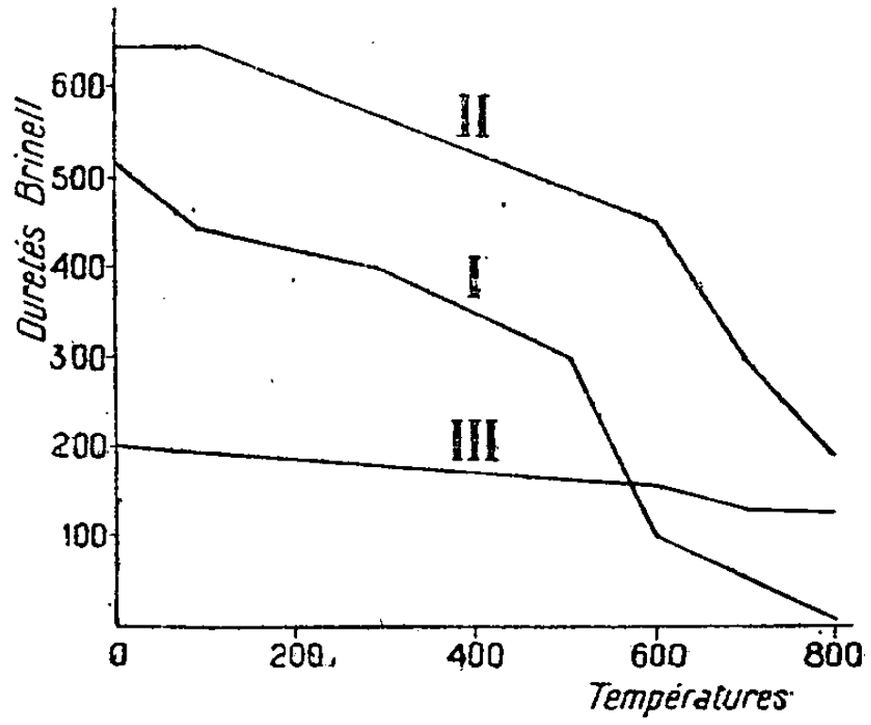


Fig. 252. — Duretés de divers alliages :
I. — Acier ordinaire demi-dur trempé à 850 dégrés.
II. — Acier rapide chrome-tungstène trempé à 1.200 degrés
III. — Alliage nickel-chrome sans traitement.

peut utiliser dans certains emplois, des aciers doux ordinaires traités par cémentation à l'aluminium ; il se forme en surface des pièces un alliage fer-aluminium inoxydable qui, s'il est convenablement élaboré, résiste très longtemps à chaud (2).

Pour les machines frigorifiques, les appareils à air liquide, nous avons vu que les alliages ferreux ordinaires présentaient des propriétés détestables ; on peut utiliser le cuivre, le nickel, l'aluminium, dont les propriétés ne sont pas sensiblement modifiées, ou bien, si l'on désire des résistances plus élevées, les ferro-nickels ordinaires ou spéciaux.

Mise en pratique des données précédentes. — Il convient, avant de chercher l'alliage convenable pour la fabrication d'une pièce quelconque, d'étudier avec le plus grand soin les conditions que cet alliage aura à remplir, les températures, les actions corrosives, les effets de dilatation, les chocs ou efforts de toutes sortes qu'il aura à supporter, et aussi la vitesse, la fréquence et l'amplitude des variations possibles de température. M. Mahoux a publié récemment un travail (1) sur les soupapes dans lequel il énumère les nombreux facteurs qui exercent une influence sur la tenue de cet organe : action des gaz chauds, pression des gaz, chocs, graissage, refroidissement, déformation du champignon, frottements, etc. ; après avoir étudié la nature du métal et insisté sur la nécessité d'un dessin tout à fait rationnel des organes environnant ou touchant la soupape et sur le choix convenable du métal des guides, il termine par des considérations fort intéressantes sur l'importance du mode de forgeage. De son côté, M. l'Inspecteur général Grard, pour arriver à la composition carbone-chrome-silicium-tungstène que nous avons signalée plus haut, a exécuté des recherches systématiquement et scientifiquement menées (2) ; en plus des propriétés d'inoxydabilité, dureté, résilience, légèreté, et conductibilité aux températures d'emploi (de l'ordre de 900° sur les moteurs d'avions à grande puissance), l'auteur insiste sur la réversibilité, c'est-à-dire, sur l'inexistence de transformations internes dans le cycle de températures parcouru par la pièce ; c'est là, le but essentiel de l'addition de silicium, de relever le point de transformation au-dessus de 900° afin d'obtenir un acier de constitution structurale invariable au cours de l'emploi ; ces travaux donnent un modèle parfait des études à entreprendre quand il s'agit de rechercher un alliage répondant à certaines conditions à température élevée.

Il faut également prêter la plus grande attention à l'interprétation des efforts que le métal aura à subir ; après avoir étudié chaque facteur séparément, il faut en examiner l'ensemble, les effets de l'un deux pouvant avoir d'importantes répercussions sur ceux des autres. Aussitôt après la guerre, de nombreuses ruptures ont été constatées sur les matériels soumis à des chocs répétés ; M. Léon Guillet a mis clairement en évi-

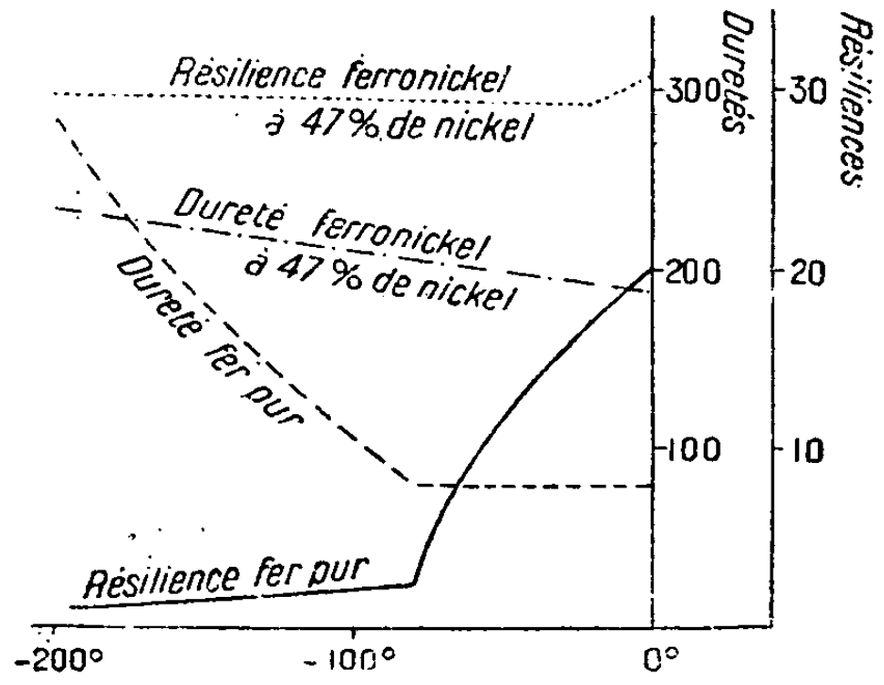


Fig. 253. — Duretés et résiliences aux basses température du fer pur et du ferronickel à 47 0/0 de nickel.

(1) *Revue de Métallurgie*, Mémoires, juin 1926, page 317.
(2) *Revue de Métallurgie*, J. Cournot, Mémoires, 1926, p. 219.

(1) *Revue de Métallurgie*, mémoires, p. 39. 1925.
(2) *Loc. cit.*

dence, par des essais systématiques (1), que la faute en incombait aux constructeurs qui s'étaient hypnotisés sur une résilience élevée, au détriment d'une limite élastique faible ; ce qui est nécessaire dans ce cas des chocs répétés faibles, c'est une excellente élasticité ; une résistance moyenne à l'essai courant de choc dynamique unique suffit. Ceci a été vérifié à la température ordinaire ; il semble qu'à tempéture élevée, le phénomène soit encore partiellement exact.

Enfin, il y a ce phénomène de l'écoulement à chaud auquel il faut prendre garde ; ses conséquences sont à n'en pas douter considérables : le facteur de sécurité doit, en effet, être défini par le rapport de la limite de viscosité à l'effort maximum de travail, à la température maximum d'emploi; pour l'acier extra-doux ordinaire et pour les températures inférieures à 300°, le facteur de sécurité ainsi obtenu est peu différent de celui calculé, suivant l'usage courant, à l'aide de la charge de rupture ; à 400°, la charge limite d'écoulement est de 22 kgr. par millimètre carré environ ; à 500° de 6 kgr. 25 ; supposons, un effort de travail de 9 kgr. 5 par millimètre carré : on voit qu'à 400°, le coefficient de sécurité sera 2,33 environ ; à 500°, il tombera au-dessous de l'unité. Prenons le cas de 400° et cherchons quel est le facteur le plus important, de la température ou de l'effort exercé : si ce dernier augmente accidentellement de 25 o/o, le coefficient de sécurité passe de 2,33 à 1,93 ce qui est encore acceptable ; mais si la température croît du même pourcentage, nous avons vu que le coefficient de sécurité devient plus petit que 1 ; d'où l'importance primordiale dans le travail à chaud, du contrôle de la température, encore plus nécessaire que celui des efforts exercés ; ce contrôle de la température est donc absolument indispensable si l'on doit travailler à plus de 300°.

L'exemple donné montre que dans les chaudières à haute presion modernes et dans les surchauffeurs, dans lesquels la température dépasse quelque peu 400° et où la pression est de 9 à 10 kgr. par centimètre carré, le coefficient de sécurité est seulement de 2 (avec l'acier doux), mais cette valeur est suffisante si la température est surveillée.

On voit que ces problèmes sont à l'ordre du jour et que les recherches entreprises auront certainement d'importantes et heureuses répercussions sur la construction de certaines machines, le rendement qu'on pourra en obtenir et la sécurité qu'elles présenteront.

J. COURNOT.

(1) *Revue de métallurgie*, mémoires, p. 96 et 755, 1921.

LES DÉPOTS DE JARRES DU DÉSERT DE LYBIE

I. ABOU BALLAS. — En 1923, j'ai visité pour la première fois Abou Ballas; j'y suis ensuite revenu à différentes reprises.

Avant moi, M. le Docteur Ball, chef du Désert Survey d'Egypte et le Lieutenant Moore, de l'Armée britannique, avaient découvert cette localité pendant la guerre de 1914-1918, au cours d'une patrouille en Ford vers l'Ouest. Elle est constituée par une plaine sablonneuse à peu près circulaire de 15 à 20 km. de diamètre, encastrée dans l'escarpement orienté de l'Est-N.-E. à l'Ouest-S.-O. qui a été relevé topographiquement au cours de mes différentes expéditions entre l'Oasis de Dakhla et le Djebel Ouenat.

Deux gros rochers (fig. 255) distants l'un de l'autre de 500 m. hauts chacun d'une quarantaine de mètres, ainsi que deux mamelons bas aux formes caractéristiques de cône écrasé, se détachent à plusieurs kilomètres de l'escarpement. C'est un endroit qu'il est extrêmement facile de repérer dès qu'on arrive en vue de ces signaux naturels. Aussi était-il tout indiqué, pour les nomades comme pour les explorateurs du désert, d'y faire des dépôts d'eau ou de provisions.

Au pied de l'un des deux rochers mentionnés ci-dessus, ont été découvertes plusieurs centaines de grandes jarres vides, certaines recouvertes par le sable, d'autres éparses sur le sol; quelques-unes étaient en bon état, la plupart brisées et leurs morceaux dispersés, (fig. 256, 257 et 258).

La base de ce rocher, où j'ai établi mon camp, a été trouvée par 24°26'27'' de lat. N. et 27°38'54'' de long. N. de Greenwich position observée au théodolite en 1923 par le Dr Ball.

Ayant laissé là un dépôt et y repassant en 1925, la position calculée, après observations à l'astrolabe à prismes par M. N. Menchikoff, a été trouvée par : 24°26'18''4 de lat. N. et 27°38'56''3 de long. E. de Greenwich.

Les observations concordent donc à moins de 300 m. en latitude, à moins de 60 m. en longitude.

Le Dr Ball a appelé ce site *Pottery Hill*. Je lui ai donné le nom d'*Abou Ballas* qui a la même signification en arabe.

On a, en outre, découpé dans la panse des jarres des fragments portant des marques gravées sur la pâte fraîche. Ces marques, (il en a été relevé une vingtaine de différents dessins), ont été soumises à l'examen d'archéologues qui n'ont pu se prononcer sur leur âge et leur but, ne connaissant pas leur position sur la jarre, lorsqu'elle était entière.

C'est pendant mon voyage de 1924-25 à Ouenat que j'ai su, par des Gouranes, que quelques-uns de ces dessins sont des marques de tribus Tibous et Gouranes, nomades vivant encore actuellement dans les régions de l'Erdi, de l'Ennedi.

G. Rholfs, dans son ouvrage : *Drei Monaten in der Libyschen Wüste* (1), à propos des razzous faits par les Bideyates sur les oasis de Dakhla, écrit que, pour empêcher ces razzous, les habitants, particulièrement ceux du village de Kalamoun, ont comblé les puits du Sud-Ouest des Oasis et détruit les provisions d'eau des Bideyates.

Ces divers renseignements me font présumer que les

(1) Edition Theodor Fischer. Cassel. 1875. page 250.

jarres d'Abou Ballas n'étaient autre chose qu'un dépôt fait par les nomades pour faciliter leurs razzous sur les oasis de Dakhla.

Cependant, parmi ces jarres, il s'en trouve un certain nombre qui se distingue de la majorité par leur forme particulière et surtout un style beaucoup moins grossier.

Une chose, dans tous les cas, est certaine : c'est que quelques-unes des marques qui existaient sur les jarres

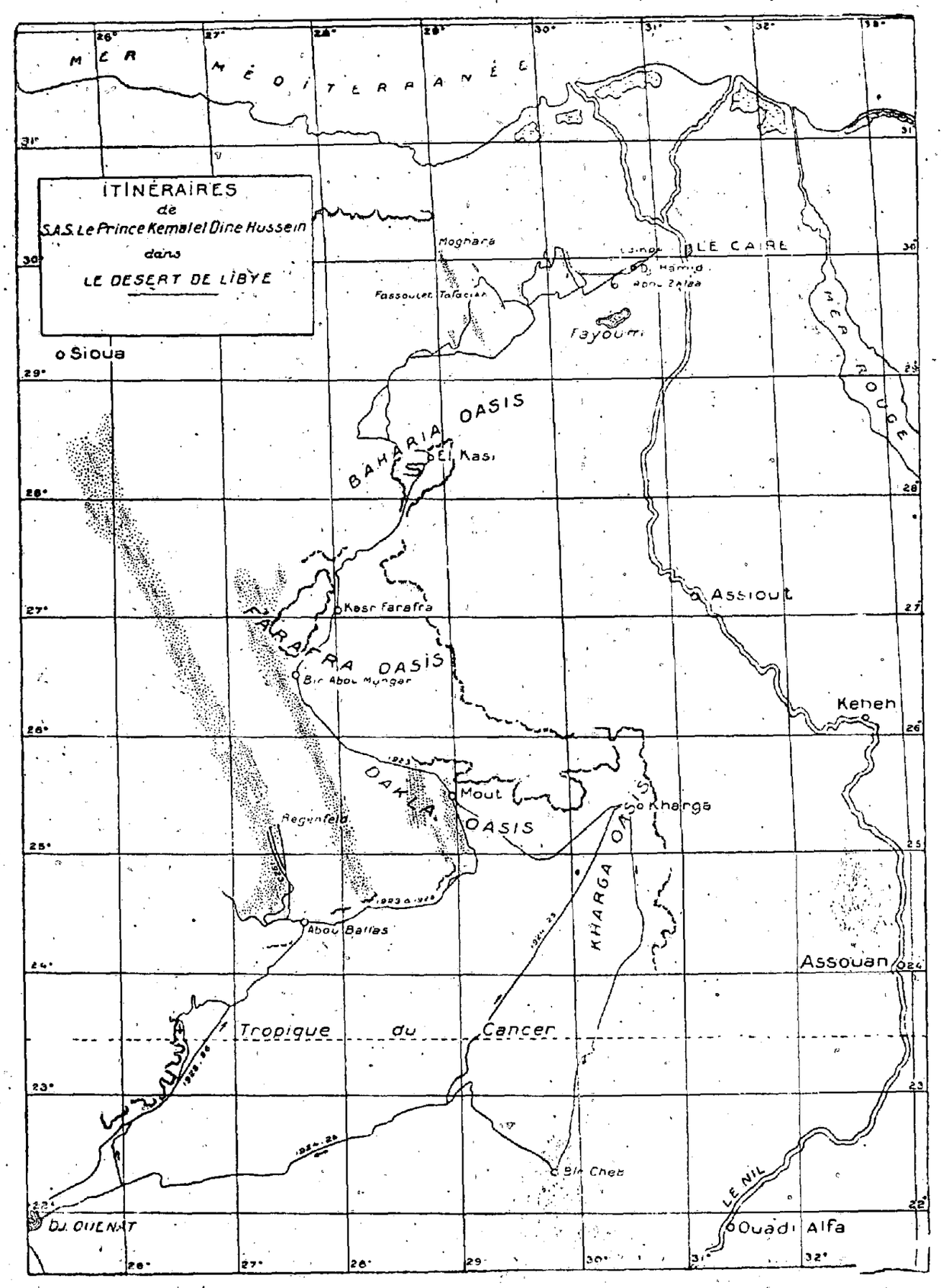


Fig. 254. — Itinéraires du Prince Kemal el Dine Hussein.

grossières de forme ronde, sont des marques de tribus existant encore actuellement, tandis que les jarres en formes d'amphores, ne sont certainement pas fabriquées par ces mêmes tribus.

Y a-t-il eu des dépôts appartenant à différentes époques ? La question reste à résoudre.

Je signale, incidemment, que, sur le rocher Nord-Ouest d'Abou Ballas (face Sud-Est) ont été relevés, gravés sur la pierre :

1° Une marque de tribu ; 2° deux dessins rupestres, (fig. 260).

En outre, plusieurs silex taillés, dont une très belle pointe de javelot en forme de feuille de laurier, ont été recueillis au pied de ce rocher.

II. Abou Zalaa. — En 1924, j'ai rencontré, par hasard, en chassant dans le désert aux abords du Caire, un dépôt de jarres, à demi enfoui dans le sable, dans un pli de terrain, et s'étendant sur un demi-hectare de superficie. Toutes les jarres étaient dans la position verticale, toutes étaient brisées et on n'en pouvait apercevoir que la section horizontale de la panse, formant des cercles juxtaposés au niveau du sol; les morceaux de la partie supérieure de ces jarres, et un grand nombre de cols à deux anses, étaient épars çà et là (fig. 259).

En faisant creuser à cet endroit, j'ai pu obtenir deux jarres intactes, mais il est possible qu'on en puisse trouver d'autres.

La position de ce dépôt a été déterminée en 1927 par M. Augereau, l'un de mes collaborateurs. Il est situé par 29°45'37'' lat. N. et 30°31'43'' long. E. de Greenwich soit, environ 75 km. S.-O. du Caire ou 30 km. au N. du lac du Fayoum.

La grande proximité de lieux habités où l'eau se trouve en abondance, laisse très perplexe sur le but et l'utilité d'un pareil dépôt.

J'ai appris par des Bédouins qu'il y avait deux autres groupes de jarres, semblables à celui-ci, sur l'escarpement qui va de Moghara vers Sioua, mais je n'ai pas pu les voir encore et n'ai pu recueillir aucun renseignement sur la date approximative et le but de ces dépôts.

La forme de ces jarres est gréco-romaine; on n'en fabrique plus de semblables en Egypte.

Depuis plus de vingt-cinq ans, j'entendais parler d'un quatrième groupe de jarres, qui, disait-on, avait servi de dépôt d'eau aux fauconniers qui allaient capturer des faucons au moment de la migration de ces oiseaux.

Au printemps 1924, j'ai vu ce dépôt qui est situé à l'Est, et à moins de 100 m. de la dune de Tafacikh (130 km. O.-S.O. du Caire) au lieu dit : Tassoulet Tafalikh. Il ne restait plus qu'une seule jarre intacte, que j'ai emportée (fig. 262). Toutes les autres étaient brisées.

Cette jarre est semblable à celles dans lesquelles les Arabes d'Egypte emmagasinaient leur huile, mais tandis que les jarres à huile sont presque toujours noires et vernies intérieurement et extérieurement, cell-ci est faite d'argile rouge et non vernie.

Les bédouins prétendent que ces jarres furent envoyées là par le Prince Abd-el-Halim, le dernier fils de Mohamed Aly, pour ses fauconniers. Je suis d'un avis absolument opposé à cette assertion, car cet endroit n'est pas du tout un lieu de passage des faucons et je n'y ai jamais rencontré un seul de ces oiseaux, aux époques de la migration, quoique j'en aie vu beaucoup plus au Sud, à la latitude de Tarfaoui-Ouenat.

Quoiqu'il en soit, la proximité relative de ces divers groupes par rapport aux lieux habités de la Vallée du Nil, milite grandement en faveur de l'hypothèse que ce ne seraient là que de simples dépôts sur la route Moghara à Sioua (Temple Jupiter Ammon).

Seul le dépôt d'Abou Zalaa, vu son importance, (environ un millier de jarres) pourrait être d'ordre militaire, et avoir été destiné aux détachements opérant sur le flanc de la vallée du Nil ou observant le Fayoum, à une époque restant d'ailleurs indéterminée.

Je livre donc ces notes à la sagacité des chercheurs.

KEMAL EL DINE HUSSEIN.

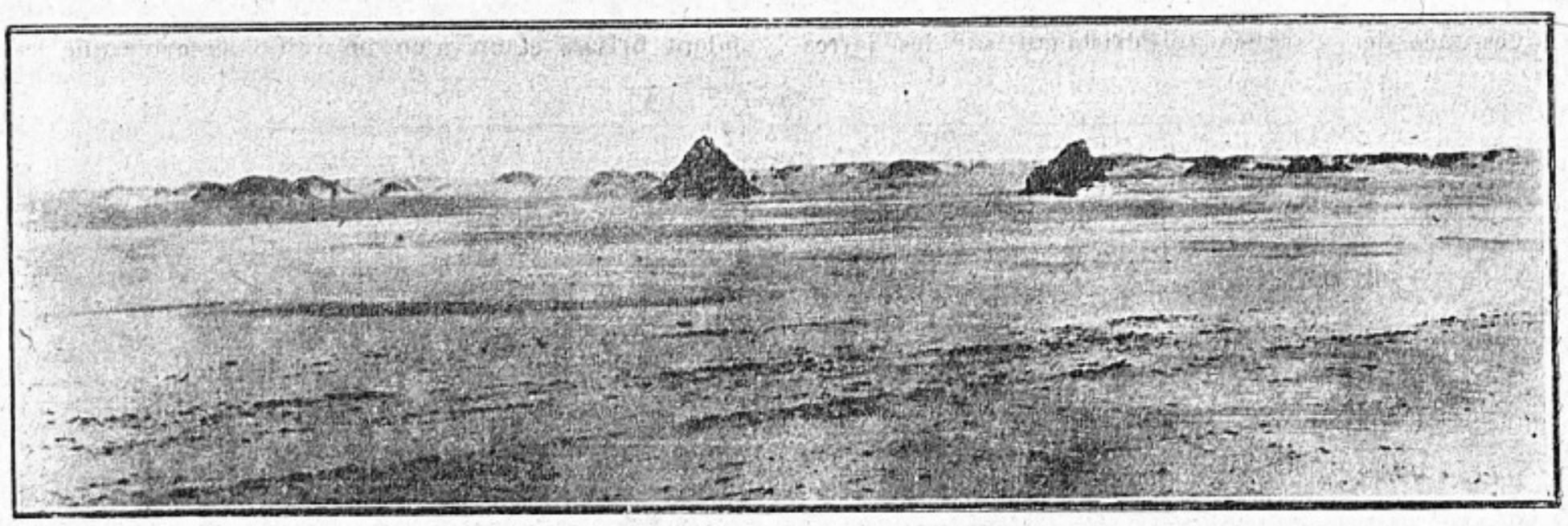


Fig. 255. — Site d'Abou Ballas.

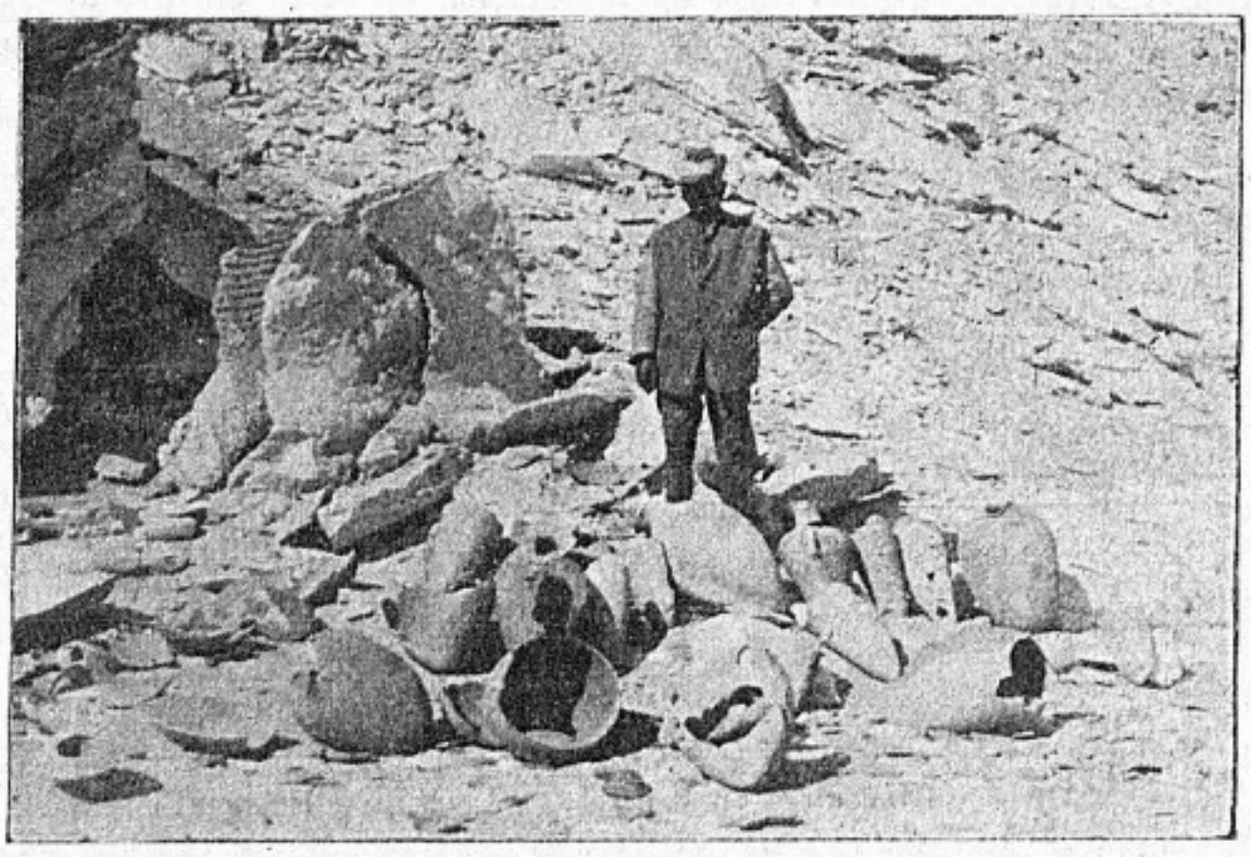


Fig. 256. — Emplacement où ont été trouvées les jarres.

Observations relatives aux dépôts de jarres signalés par le Prince Kemal el Dine Hussein. — Les dépôts de jarres dans le désert Libyque constituent un fait des plus intéressants, comme, du reste, tout ce qui concerne l'occupation ou simplement les mouvements humains à travers les régions désertiques. Mais s'il n'est pas possible de tirer une conclusion dans l'état, encore rudimentaire, de nos connaissances sur la présence de ces dépôts, du moins, le travail du Prince Kemal el Dine Hussein nous apporte-t-il de précieux renseignements parmi lesquels il y a lieu de souligner d'une façon toute particulière, la précision avec laquelle il a situé la position géographique de ces dépôts. En effet, au cours de ma mission en Egypte (1912-1913) on m'avait signalé des dépôts de ce genre, mais sans jamais pouvoir en situer le lieu exact.

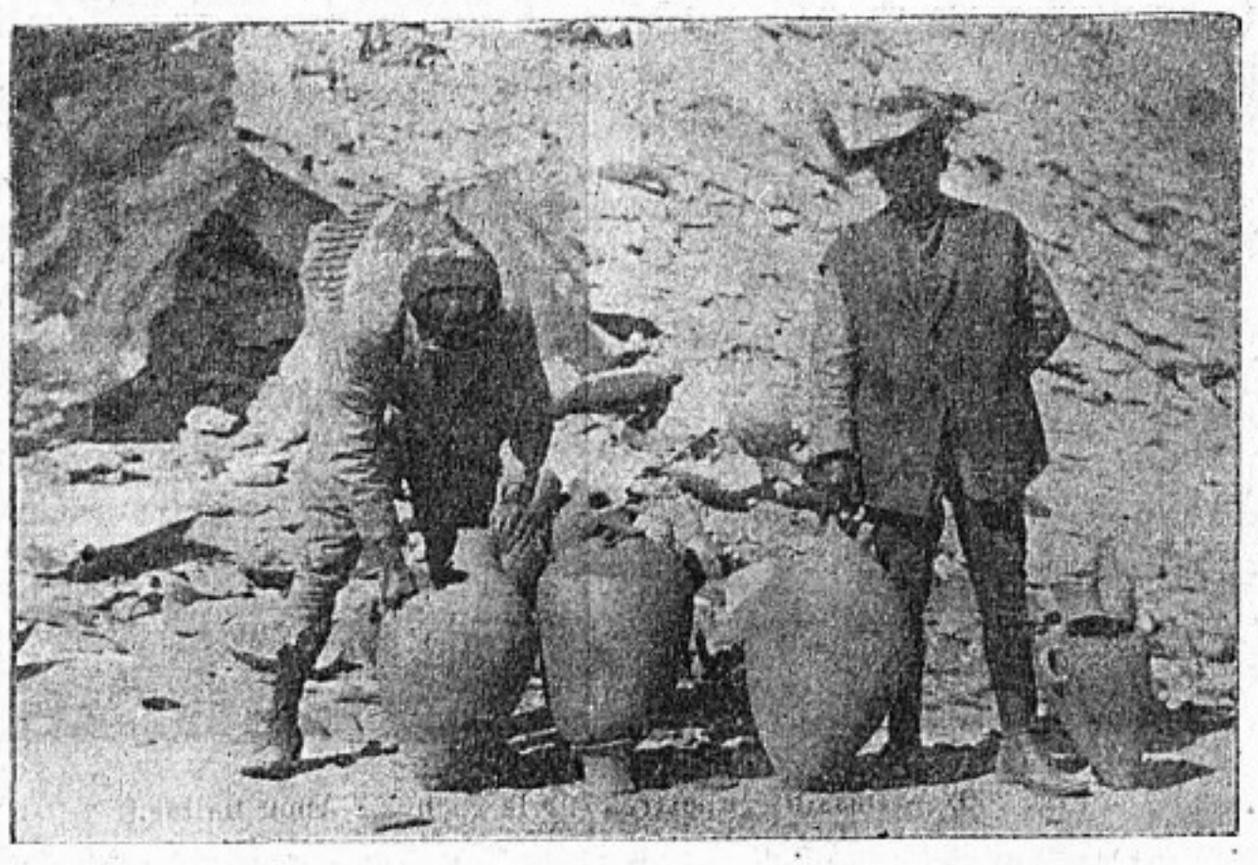


Fig. 257. — Quelques jarres entières, d'Abou Ballas.

Fig. 258. — Une des jarres intactes d'Abou Ballas.

Au point de vue de la Géographie humaine, la connaissance rigoureuse de ces traces indiscutables du passage de l'Homme dans des régions inhabitables offre un grand intérêt.

Je crois qu'il y a lieu d'admettre, quant à présent, que ces dépôts de jarres constituaient de véritables magasins de ravitaillement, dépôts de vivre, sans doute des grains, plutôt que des dépôts d'eau, d'autant plus que celle-ci, les jarres étant poreuses, n'aurait pu se conserver bien longtemps, en supposant qu'elle ne se corrompit point.

Quant à l'âge de ces poteries, il est extrêmement difficile de formuler une opinion car parmi les formes que nous montrent les photographies, il y en a (voir notamment fig. 261), de semblables à celles trouvées lors des fouilles que j'ai faites à Thèbes en 1913. Ces jarres, qui étaient remplies de graines, se trouvaient dans la couche archéologique correspondant à la XII[e] dynastie, mais il est certain que l'origine de ces formes remontait beaucoup plus haut; certaines ont subsisté jusqu'à l'époque actuelle où je les ai vues en usage, peu ou pas modifiées, en différentes localités de l'Egypte. Par contre, je n'ai pas observé les formes importées par les Grecs et les Romains.

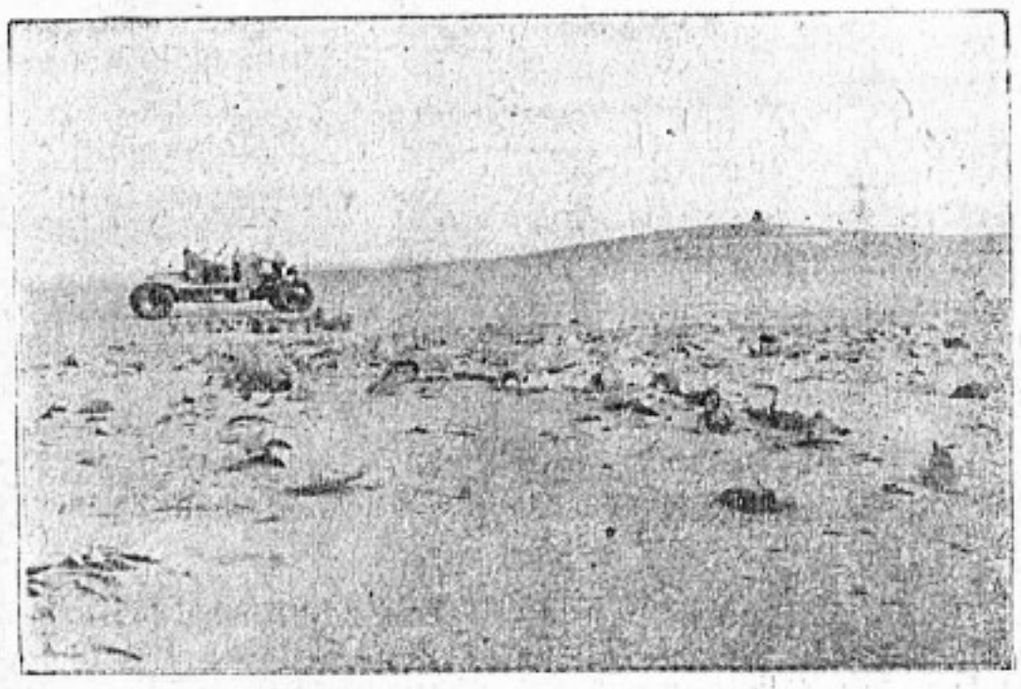


Fig. 259 — Site d'Abou Zalaa.

Du reste, les grandes jarres, plus ou moins ovoïdes, se retrouvent, dès une haute antiquité chez tous les peuples. Si cette forme a peu varié, aussi bien en Europe qu'en Afrique et dans certaines régions de l'Amérique, cela tient uniquement à un fait d'ordre technique : elle est, en effet, la forme dont la fabrication est la plus simple

et partant, la plus facile à exécuter soit au colombin, soit même sur le tour; c'est celle également qui résiste le mieux aux ruptures dues au séchage et à la cuisson.

Ce serait du reste une erreur de croire que la forme ovoïde soit réservée aux jarres. A l'époque prédynastique, ou au début de la monarchie, nous trouvons cette forme déjà très répandue, tout au moins dans les poteries de petites ou moyennes dimensions (5 à 40 centim. environ). Le site de Nagadeh en a fourni un grand nombre, mais on les trouve dans toute l'Egypte; (un des vases de Nagadeh, attribué à la 1re dynastie, porte une marque sur la panse). Les plus petites poteries affectent parfois la forme et la dimension d'un œuf.

Ces poteries ovoïdes dont les plus anciennes remontent au moins aux temps de Menès, et fort probablement au-delà, sont souvent faites d'une pâte fine et dénotent une cuisson parfaite, en atmosphère oxydante.

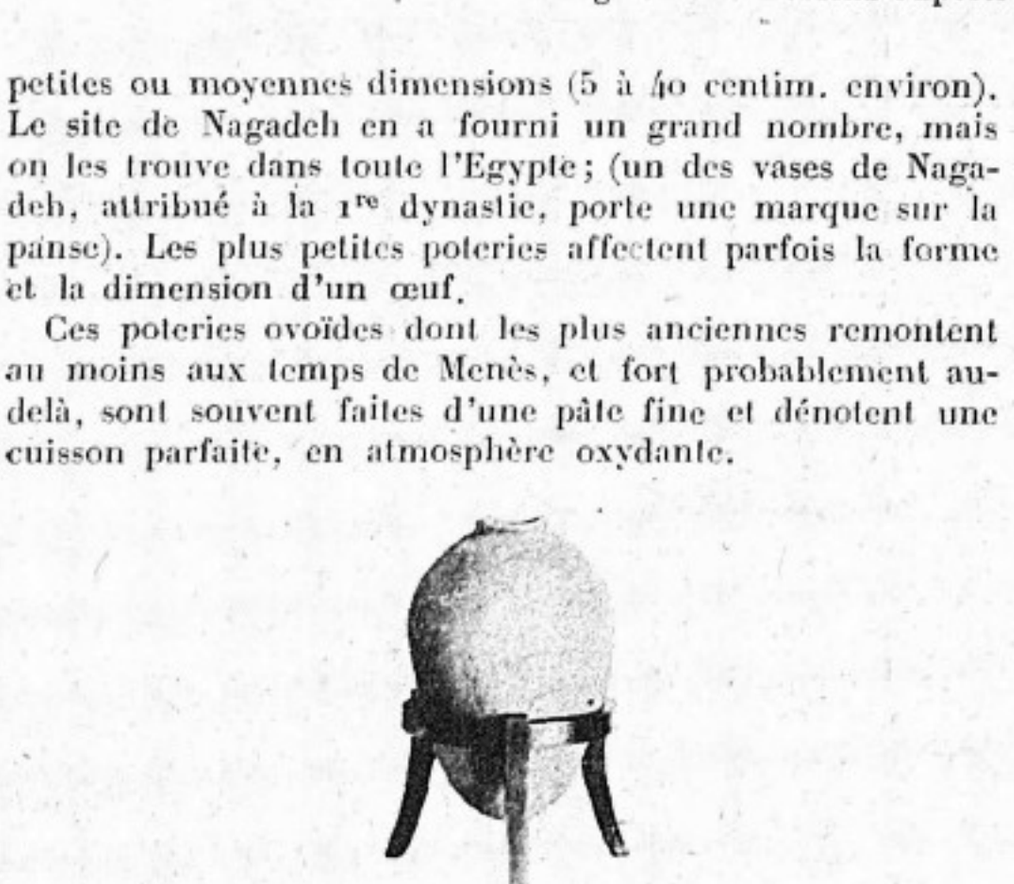


Fig. 260. — Dessins rupestres sur le rocher d'Abou Ballas.

Fig. 261. — Une des deux jarres intactes d'Abou Zalas.

C'est pourquoi, il est extrêmement difficile de se baser sur ces derniers caractères pour assigner une date, même approximative, aux poteries égyptiennes ou à celle de la région libyque : des éléments chronologiques autres sont toujours nécessaires.

Les formes ovoïdes de l'époque primitive sont généralement dépourvues d'anses; celles-ci n'entrent vraiment en usage que vers la XVIIe dynastie et deviennent tout à fait communes que très tardivement lorsque l'influence grecque a sa répercussion sur les arts industriels.

La forme sphérique est moins fréquente parce qu'elle est plus difficile à fabriquer sans l'aide du tour, plus sujette aux ruptures, plus encombrante dans le four, et aussi dans le magasin, enfin plus difficile à manier et arrimer pour le transport.

Il est à noter que dans certaines régions la fabrication des grandes jarres a disparu, non pas par un recul de la civilisation mais parce que les guerres continuelles entre tribus, obligeant à des déplacements constants ou a des fuites rapides, les jarres ne pouvaient être transportées (fait relevé par M. Gaud, chez les Mandja, Congo, d'après les déclarations du chef Jangougya).

Pour en revenir à l'âge des jarres du désert Libyque, la présence de silex taillés auprès du dépôt d'Abou Ballas,

Fig. 262. — Jarre intacte de Tafaikh.

n'a que peu d'importance, car ils pouvaient préexister en ce lieu. En outre, en Egypte et certainement dans toute la région Libyque, l'usage de la pierre taillée s'est prolongé fort longtemps pendant la période historique : j'en ai trouvé à Thèbes, dans la couche correspondant au Moyen Empire, comme je l'ai déjà signalé ailleurs.

L. Franchet.

NOTES ET ACTUALITÉS

Radiotéléphonie

Communications radiotéléphoniques entre points fixes. — Le Commandant Jullien a rapporté dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale* les résultats des essais qui ont été tentés pour établir les communications radiotéléphoniques entre points fixes.

Cette application de la radiotéléphonie présente de nombreuses difficultés qui, jusqu'ici, n'ont pas été complètement résolues. D'une part, en effet, l'écoute d'émissions radiotéléphoniques, aussi perfectionnés que soient les récepteurs employés, est exposée à de nombreux brouillages tant par des émissions étrangères que par les perturbations électriques naturelles. D'autre part, le nombre de communications simultanées susceptibles de fonctionner en radiotéléphonie dans une même région est beaucoup plus réduit qu'en radiotélégraphie, car la gamme de longueurs d'ondes balayée par l'émission est beaucoup plus étendue.

Cet inconvénient diminue beaucoup par l'emploi des ondes courtes, mois on ne s'est guère engagé très loin jusqu'ici dans cette voie, en raison de certains phénomènes de propagation qui viennent affecter la stabilité de réception des ondes courtes et sont particulièrement sensibles lorsqu'il s'agit d'ondes modulées par la parole. Enfin, dans une conversation téléphonique, l'échange de pensées entre deux personnes n'est commode et rapide que si chacune d'elles peut à tout moment interrompre l'autre. Il a donc été nécessaire d'étudier des dispositifs permettant d'émettre et de recevoir simultanément (duplex) comme en téléphonie ordinaire.

Le procédé le plus simple et le plus sûr consiste à utiliser pour l'émission et la réception deux longueurs d'onde et deux antennes différentes, l'antenne de réception étant disposée de manière à ne pas être affectée par l'antenne d'émission. L'emploi, pour la réception, d'un cadre orienté perpendiculairement à la direction de l'émission conjuguée et placé à une distance assez grande, fournit une excellente solution. Il suffit, pour permettre l'exploitation, de relier par des fils enterrés les stations réceptrice et émettrice.

Pour le rattachement au réseau téléphonique général au moyen d'un circuit unique, on fait usage de dispositifs spéciaux comportant l'équilibrage des lignes par des lignes artificielles et qui font perdre, à la réception, la moitié de l'énergie reçue.

D'autres dispositifs plus compliqués, fondés sur l'emploi de ponts équilibrés de Wheatstone et de filtres, permettent de fonctionner en duplex avec la même antenne, sur deux ondes différentes, et même sur une même onde à l'émission et à la réception. En fait l'emploi de la radiotéléphonie ne semble vraiment intéressant que là où il est difficile ou trop coûteux d'établir une communication par fils, par exemple, entre centres habités situés en haute montagne, entre petites îles de la côte, etc.

En France, l'Administration des P.T.T. a installé avec le concours de la télégraphie militaire et à titre d'essai, une liaison radiotéléphonique entre la France (Cros de Cagnes) et la Corse (Ajaccio) les appareils étant disposés de telle sorte qu'un abonné du réseau téléphonique d'Ajaccio puisse communiquer avec un abonné de Nice ou de Marseille.

Toutefois, la puissance du poste à lampes utilisé (500 w. environ) n'est pas suffisante pour lutter contre les brouillages dus aux atmosphériques et aux émissions des bateaux, et l'installation d'appareils plus puissants est envisagée.

Une communication radiotéléphonique a été établie au Danemark entre Copenhague (Lingby) et l'île de Borholm (Hammeren) (distance 180 km.) au moyen d'émetteurs à arcs de 6 kw.

Des essais très importants ont été entrepris en vue de l'établissement d'une communication radiotéléphonique duplex entre l'Angleterre (poste de Rugby) et les États-Unis (Rocky-Point, Long-Island); les résultats obtenus ont été intéressants et des conversations ont pu être échangées, mais dans des conditions de sécurité insuffisantes pour qu'un service commercial puisse être ouvert au public.

A. Bc.

Électricité

Progrès récents des piles et accumulateurs (1). — 1. Les piles sont les premiers générateurs électriques dont on ait disposé; elles ont permis la découverte des lois de l'électromagnétisme, de l'induction et cette admirable application qu'est la télégraphie. Il est curieux de constater combien peu de perfectionnements importants leur ont été apportés, depuis qu'elles ont été découvertes. Après avoir passé par le long détour des piles à deux liquides ou à dépolarisant solide, qui d'ailleurs sont loin d'être abandonnées, on revient aujourd'hui à la pile à un seul liquide et à dépolarisation par l'air, c'est-à-dire à la simple pile de Volta; mais une disposition judicieuse des électrodes permet un large accès de l'oxygène de l'air à l'électrode positive, tout en protégeant contre son action l'électrode négative.

2. Depuis la réalisation industrielle de la découverte de Gaston Planté, de nombreux chercheurs se sont attachés à perfectionner l'accumulateur au plomb ou à lui substituer quelque autre pile réversible; de telles combinaisons existent en assez grand nombre; mais, si sur certains points quelques-unes présentent de légers avantages, des inconvénients nombreux les écartent, en général, du champ des applications pratiques. L'apparition, en 1902, de l'accumulateur alcalin, fer, potasse, sesquioxyde de nickel, est le seul événement important à signaler dans ce domaine : par l'emploi de matériaux résistants, par une construction mécanique particulièrement étudiée, par l'artifice qui consiste à enfermer la matière active dans des alvéoles serties avec soin, cet élément présente des qualités d'endurance mécanique et électrique tout à fait remarquables. Il fonctionne dans des conditions particulièrement simples et pour ainsi dire théoriques : l'électrolyte conserve une composition invariable et la potasse qui le compose ne semble pas participer à la réaction qui se réduit, pendant la charge, à la réduction de l'oxyde de fer du côté négatif, à l'oxydation de l'oxyde de nickel du côté positif, pendant la décharge aux réactions inverses; le phénomène est entièrement réversible; mais ces qualités sont compensées par un faible rendement en énergie, environ 45 pour 100, dû à une résistance intérieure élevée, une faible force électromotrice, 1,23 v. en moyenne pour une décharge en 10 heures, et un prix élevé. Il donne des capacités massiques et volumiques de 38 watts-heures par kilogramme ou de 79 watts-heures par

(1) Voir JANET. *Industrie électrique*, 10 avril 1927.

décimètre cube, pour une décharge en 10 heures, intermédiaires entre celles des accumulateurs au plomb à plaques minces ou à plaques épaisses. Sa principale application, à cause de sa robustesse et de la longue durée de ses électrodes, paraît être la traction des véhicules dans le cas où l'on cherche avant tout à économiser la main-d'œuvre en tolérant une plus grande dépense d'énergie et un prix d'acquisition plus élevé.

Mais l'invention de l'accumulateur alcalin fer-nickel, toute intéressante qu'elle soit, est loin d'avoir détrôné l'ancien accumulateur au plomb. Les progrès de celui-ci d'ailleurs, bien que moins apparents, n'en sont pas moins réels. Au point de vue théorique, les phénomènes très complexes dont un élément au plomb est le siège, ont fait l'objet de nombreux travaux: l'ancienne théorie de la double sulfatation, d'après laquelle, à la décharge, la plaque négative se sulfate par une action secondaire, est vivement battue en brèche; on propose d'admettre comme actions principales pendant la décharge : à la positive la réduction d'un oxyde supérieur du plomb, à la négative la formation d'un sulfate plombeux noir, conducteur, au lieu de sulfate plombique blanc, isolant; c'est ce sulfate plombeux qui, sous l'influence de l'air dissous, passerait à l'état de sulfate plombique et causerait ainsi le phénomène si désastreux, connu sous le nom de sulfatation, qui met hors d'usage les plaques laissées longtemps déchargées. La voie à suivre pour réaliser l'accumulateur insulfatable, si longtemps cherché, serait donc de soustraire les négatives à l'action de l'air; d'intéressantes tentatives ont été faites dans ce sens (Féry). Cependant, cette théorie ne paraît pas définitive et de nombreuses recherches sont encore nécessaires.

Indépendamment de toute théorie, les méthodes expérimentales d'exploration séparée de la plaque positive et de la plaque négative par l'emploi d'une électrode auxiliaire a rendu les plus grands services. L'influence de la porosité et de l'état moléculaire des matières actives a pu être ainsi suivie pas à pas et l'on sait mieux maintenant les conditions à réaliser pour obtenir la plus longue durée possible d'une plaque ayant une capacité déterminée. C'est surtout du côté de la positive qu'il y avait à faire, car la négative a une durée très grande et comparable à celle de l'électrode en fer de l'accumulateur alcalin. L'adoption de diaphragmes spéciaux entravant la chute de la matière active a amélioré considérablement la durée de la positive. Un séparateur idéal devrait être infiniment perméable au liquide, ne pas être attaqué par l'acide sulfurique, ne pas être pénétré par les oxydes se détachant des positives, ne pas introduire d'impuretés. On voit que ces conditions sont complexes et que le champ est grand pour le perfectionnement systématique de ces cloisons : on a d'ailleurs été très loin dans cette voie, car dans certains modèles récents, la matière active, enfermée dans des tubes d'ébonite perforée, présente des qualités comparables à celles de l'oxyde de nickel, enfermé dans ses alvéoles d'acier nickelé, de l'accumulateur alcalin.

On sait combien sont nombreuses les applications des accumulateurs et nous n'avons pas à les rappeler ici. Une des plus récentes est celle qui est relative au démarrage des véhicules; elle exige des qualités toutes particulières : la capacité de la batterie de démarrage n'a pas besoin d'être bien grande; si l'on admet qu'un démarrage exige 150 ampères pendant 2 secondes, cela correspond seulement à 0,083 ampère-heure, quantité insignifiante, d'autant plus que l'élément est immédiatement rechargé, mais les plaques doivent pouvoir supporter ces grandes intensités instantanées : d'où la nécessité d'une faible résistance intérieure et d'une grande surface de contact entre les plaques et le liquide. Pour obtenir ces grandes surfaces, on emploie des plaques minces, 3 à 4 mm. pour les positives, 2 mm. pour les négatives : des éléments de 70 ampères-heures pour une décharge en 10 heures peuvent ainsi donner 150 ampères pendant quelques secondes.

A. Be.

Chimie

Nomenclature des glucides. — Au cours des Conférences de l'Union internationale de la Chimie pure et appliquée de 1923, 1924 et 1925 il a été décidé que les *glucides*, c'est-à-dire les substances qu'on appelait autrefois *hydrates de carbone*, seraient divisés en *glucoses* et en *glucosides*, ces derniers étant eux-mêmes subdivisés en *hologlucosides* et en *hétéroglucosides*.

Les *glucoses*, ce sont les sucres simples réducteurs, c'est-à-dire, par exemple, le fructose, le galactose, le sorbose, l'arabinose ou le rhamnose aussi bien que le glucose ordinaire. Le nom de glucosides a été attribué à tous les principes immédiats qui donnent naissance par hydrolyse à une molécule au moins d'un glucose. Les *hologlucosides* sont les glucosides dont l'hydrolyse totale ne fournit que des molécules du groupe des glucoses, tandis que les *hétéroglucosides* donnent en même temps plusieurs molécules différentes. Ces hétéroglucosides correspondent donc aux anciens glucosides.

Certains chimistes éprouvant quelque peine à s'adapter à cette nouvelle nomenclature, M. Gabriel Bertrand vient de proposer une simplification de la nomenclature des glucides qui sans aucun doute enlèvera toute excuse à ceux qui ne se décident pas à tenir compte des décisions des Conférences de Cambridge, de Copenhague et de Bucarest. Cette proposition consiste « à n'adopter des mots glucoses et glucosides employés comme termes génériques, que les désinences *oses* et *osides* : les glucides seraient alors divisés en oses et en osides, et ces derniers en *holosides* et en *hétérosides* ». Ainsi que M. Gabriel Bertrand vient de l'exposer (*Bull. de la Société de Chimie biologique*, 1927, n° 7) voici comment se présenterait alors la classification des glucides :

Le tableau suivant établi par M. Gabriel Bertrand indique quelle serait la correspondance des noms nouveaux, des noms actuels et des anciens :

Noms nouveaux	Noms actuels	Noms anciens
Glucides	Glucides	Hydrates de carbone. hydrocarbonés.
Oses	Glucoses	Monosaccharides, monoses, glucoses
Osides	Glucosides	Pas d'équivalent.
Holosides	Hologlucosides	Saccharides, polyoses, sucres hydrolysables.
Hétérosides	Hétéroglucosides	Glucosides.

Ce tableau montre nettement que la modification proposée par M. Gabriel Bertrand ferait définitivement disparaître les faibles possibilités de confusion encore redoutées de quelques chimistes : il faut donc souhaiter qu'elle soit bientôt adoptée de tous ceux qui s'intéressent aux progrès de la Chimie biologique.

A. B.

Biologie

Régénération et Différenciation, d'après E. Guyénot. — Les phénomènes de régénération, qui consistent dans la récupération par l'organisme de sa forme d'ensemble à la suite d'une mutilation, posent au biologiste des problèmes multiples et complexes, auxquels ont été consacrés de très nombreux travaux. M. E. Guyénot, de Genève, et ses collaborateurs,ont obtenu au cours de ces dernières années des résultats remarquables dans l'étude de la régénération chez les Amphibiens, en s'inspirant des points de vue et des méthodes qui se sont déjà montrés d'une grande fécondité pour l'analyse expérimentale des phénomènes du développement normal.

Les organes qui régénèrent se différencient aux dépens d'un massif cellulaire qui apparaît au niveau de la surface de section. Leur *différenciation* est-elle *spontanée*, autonome, indépendante de l'action exercée par les autres parties de l'organisme, ou est-elle au contraire *induite* par les tissus anciens ? Telle est la question que s'est posée M. Guyénot.

Pour la résoudre, après avoir laissé régénérer pendant 20 à 30 jours la queue ou un membre sectionné d'une Salamandre, Guyénot et son élève de Giorgi ont transplanté le régénérat isolé de sa base sur le dos du même animal. Les régénérats ainsi transplantés ont continué à croître dans leur nouvelle position, mais n'ont jamais dépassé le stade de différenciation qu'ils avaient acquis au moment de leur transplantation. Au contaire, si l'on effectue la transplantation en emportant avec le régénérat une mince tranche de sa base, — c'est-à-dire des tissus anciens qui le supportent, — la différenciation du régénérat poursuit son cours normal. Cette différenciation est donc sous la dépendance des tissus anciens de la base.

Si chaque base possède ainsi le pouvoir de déterminer la différenciation du régénérat qu'elle porte, on est conduit, avec E. Guyénot, à concevoir l'organisme animal comme une mosaïque d'un certain nombre de régions ou *territoires* ayant chacun leur pouvoir d'induction morphogène spécifique. Ainsi, Guyénot a été amené à distinguer chez le Triton un territoire museau, un territoire crête, des territoires patte, un territoire queue, englobés dans des territoires neutres, incapables par eux-mêmes de régénération.

Dans les expériences de Guyénot et de Giorgi, les régénérats étaient transplantés sur le dos de l'animal, dans un territoire neutre. Qu'arrive-t-il si un régénérat est transplanté dans un territoire à potentialités différentes de celles de sa base d'origine ? Guyénot et Schotté ont transplanté dans le territoire queue d'un Triton un régénérat de patte du même animal, qui présentait déjà un début de différenciation. Le greffon a peu à peu changé de forme et s'est finalement différencié en une petite queue supplémentaire. Il est donc clair que les régénérats sont, par eux-mêmes, totalement indéterminés au début de leur évolution.

Une portion d'un territoire, transplantée en une autre région de l'organisme, y conserve ses potentialités spécifiques : Bischler, une élève de Guyénot, a pu obtenir, chez le Triton, la régénération d'une queue à partir d'un segment de queue greffé sous la peau de la cuisse du même individu. Enfin, si l'on extirpe complètement les tissus appartenant à un territoire donné, — le territoire queue ou le territoire museau, par exemple, — la régénération de cet organe fait complètement défaut.

On peut se demander si la spécificité des territoires morphogénétiques n'est pas conditionnée par l'innervation propre à chacun d'eux. On sait, en effet, — et c'est Schotté, un des collaborateurs de Guyénot, qui a établi le fait par des expériences qui semblent décisives, — que, chez les Amphibiens tout au moins, l'action du système nerveux est indispensable pour que la régénération se produise. Locatelli a démontré également le rôle morphogénétique du système nerveux par des expériences, qui ont eu un grand retentissement, et qui consistaient à provoquer le développement de pattes supplémentaires en faisant aboutir les nerfs brachial ou sciatique, déviés de leur trajet normal, dans la région de l'épaule ou du bassin.

Guyénot et Schotté ont pu répéter les expériences de Locatelli, mais ils ont pu démontrer en outre que l'on devait refuser au système nerveux tout rôle morphogénétique *spécifique*. En faisant aboutir le nerf sciatique dans le territoire queue, ils ont obtenu en effet le développement d'une queue supplémentaire, et non celui d'une patte. Le système nerveux ne fait donc que stimuler à la croissance les différents territoires morphogénétiques, qui répondent alors conformément à leurs potentialités propres. Cette action du système nerveux est d'ailleurs uniquement due, d'après Schotté, au système sympathique.

Les faits précédents, — et d'autres encore, que je ne puis exposer ici, — établissent sur des bases expérimentales solides la notion de territoires morphogénétiques. La ségrégation des potentialités morphogénétiques, base de la différenciation morphologique de l'organisme adulte, est très comparable aux localisations germinales de l'œuf. Elle n'est probablement que l'aboutissement de cette tendance vers une détermination toujours de plus en plus étroite des ébauches, que révèle l'étude expérimentale de l'ontogenèse.

La notion de territoires morphogénétiques, qui se dégage de l'analyse des phénomènes de régénération, est susceptible d'éclairer bien des problèmes de la Biologie générale : problèmes du développement, des corrélations organiques, de la spécificité cellulaire, et elle est certainement appelée à un développement très fécond.

M. Abeloos,
Assistant au Laboratoire d'Evolution
des Êtres organisés.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Physique Appliquée

L'action apaisante de l'huile sur la mer. — L'action apaisante de l'huile sur la mer est un phénomène bien familier. Les pêcheurs d'huîtres en tirent parti pour travailler avec sécurité par gros temps. Une couche d'huile assez mince pour demeurer complètement invisible peut encore agir très efficacement. On l'a constaté maintes fois à la suite de naufrages où des tonneaux d'huile ayant été répandus, l'accalmie subsistait bien après la disparition de toute autre trace du sinistre. Sir William B. Hardy a rappelé ces particularités à l'occasion d'une conférence sur les couches minces, devant le Royal Institution (1).

Un procédé commode pour étudier les couches minces consiste à les saupoudrer au préalable de poudre de lyco-

(1) *Proceedings of the Royal Institution of Great Britain*, décembre 1926.

pode. On arrive à percevoir ainsi des épaisseurs moindres encore que celles des parties noires des bulles de savon, épaisseurs qui, sans cet artifice, échapperaient à l'observation. Si l'on chasse la couche au moyen d'une lame de verre ou de métal appliquée sur l'eau et mouillée par l'eau, on la comprime à l'avant et on l'étend à l'arrière. On obtient des effets du même genre par l'immersion d'un fil de platine huilé.

Sur l'eau, la couche mince tend à s'étaler toujours davantage, tandis qu'au contraire, la surface de l'eau, sous l'influence des forces superficielles, tend à se contracter. Il s'ensuit que les surfaces composées d'eau et d'huile ont une tension superficielle inférieure à celle de l'eau pure, et leur stabilité mécanique se trouve renforcée. Au moyen d'un anneau de quelques centimètres de diamètre, par un processus classique, on peut retirer, de l'eau souillée d'huile, une membrane dont la stabilité est comparable à celle d'une bulle de savon, tandis que l'expérience est impossible avec l'eau pure.

Quand on étudie systématiquement la tension superficielle en fonction de la quantité d'acide oléique répandu par unité de surface, on observe que le maximum de stabilité des bulles a lieu au moment où la couche de contamination devient suffisamment dense pour altérer la tension superficielle. Au contraire, les bulles sont instables quand il y a trop ou trop peu de contamination.

Dans quelle mesure ces considérations s'appliquent-elles à la mer ? La surface de la mer est toujours plus ou moins souillée, les contaminations étant en général d'origine végétale comme la saponine. Les bulles qui se forment dans ces circonstances, et dont l'ensemble constitue l'écume, sont relativement stables.

Le problème de l'apaisement de la mer par l'huile se posait déjà à Franklin au XVIII^e^ siècle. Franklin raconte que, constatant un jour le phénomène au cours d'une traversée, il en fit la remarque à un des officiers du bord. Il s'entendit répondre avec une nuance de mépris que le premiers niais venu saurait deviner là que le cuisinier venait de jeter de l'eau grasse. Franklin note encore l'apaisement marqué qu'il a observé dans le sillage des vaisseaux fraîchement enduits de suif, procédé qu'on employait à l'époque pour protéger la coque contre les moisissures.

Franklin donne une explication basée uniquement sur la friction. Hardy se rallie à la conception de Franklin et considère que l'huile amollit trop l'eau pour que le vent puisse continuer à la mouvoir. Lorsque la friction entre l'eau et l'air se trouve réduite, le vent ne soulèverait plus suffisamment les vagues pour leur faire subir une pression horizontale. Cependant Hardy envisage que cette poussée directe n'interviendrait pas seule, et que la tension superficielle serait susceptible de constituer un autre facteur. L'effet de l'huile serait alors d'empêcher la formation des ondelettes à la surface des grandes vagues, et de faire perdre ainsi au vent sa principale prise sur la mer.

S. V.

Métallurgie

Voitures de tramways en aluminium. — On vient, récemment, de mettre en service à Cleveland une voiture de tram en aluminium; elle serait la première voiture de cet ordre construite aux Etats-Unis. La construction est identique à celle des voitures en acier, les dimensions des parties en aluminium sont à peu d'exceptions près les mêmes que celles des voitures en acier du même type.

Les pièces sont ou bien forgées, ou coulées, ou laminées, mais on a dû conserver l'acier pour quelques pièces de la charpente, savoir : les roues, les freins, les axes, les ressorts, les pivots. L'aluminium entre dans la fabrication des accouplements du cadre du plancher, des sièges, des ventilateurs et du chassis des fenêtres; les tôles formant le plancher sont plus épaisses que les tôles en acier des voitures ordinaires, elles ont 3 mm. d'épaisseur au lieu de 2,5 mm. Pour le rivetage on a partout employé des rivets en acier pour simplifier la construction.

La voiture pèse 13.680 kg. au lieu de 19.700 kg. soit une réduction du poids de 30 o/o. Si les essais réussissent comme on est en droit de l'espérer, la Société construira sans doute plusieurs voitures de ce genre mais en apportant quelques modifications dans la construction, afin d'augmenter les dimensions de certaines pièces en aluminium et de substituer ce métal dans d'autres pièces restées en acier dans la voiture d'essai.

La construction de cette voiture résulte de la tendance qu'on a, depuis longtemps, à diminuer le poids sans rien sacrifier de la résistance ou de la durée. Une autre tendance, est d'aussi d'avoir des voitures roulant sans bruit, car on pense que celui-ci sera très atténué.

Au point de vue pratique, on espère avoir une sensible économie de force par suite du poids plus faible : La nouvelle voiture est munie de quatre moteurs de 35 CV. au lieu de quatre moteurs de 40 CV dans les voitures en acier. Une marche de deux jours donna une réduction de 20 p. 100 dans la consommation d'énergie.

Les frais de construction d'une voiture en aluminium sont d'environ 10 p. 100 ou de 1.500 dollars supérieurs aux frais d'une voiture en acier, mais si la consommation d'énergie est réduite dans les mêmes proportions que le poids, l'économie réalisée sur la traction compensera les frais supplémentaires de construction, en 18 mois. On aura aussi moins d'usure sur les rails et moins de frais de réparations. (*Iron Age*, 9-12-26).

E. P.

Agronomie

La Roselle (**Hibiscus sabdariffa**). — Il ne s'agit pas d'une plante nouvelle, car plusieurs auteurs l'ont signalée et recommandée. Si on parle d'elle à nouveau, c'est, en partie, en raison des espoirs qu'elles permet comme plante textile et aussi parce que la multiplicité des relations et des études pratiques a révélé sa présence et son utilisation dans des régions assez éloignées les unes des autres. Certaines des qualités que lui attribuent les voyageurs sont réeelles et, comme toujours en pareil cas, ont suscité des enthousiasmes dont il faudra peut-être rabattre.

Un fait semble bien acquis, c'est que cet Hibiscus présente un intérêt alimentaire dont il y a lieu de tenir le plus grand compte. Que les indigènes de quelques rares contrées où les habitudes de travail ne se sont pas encore imposées se nourrissent avec les feuilles, les tiges vertes et le calice des fruits, c'est une indication intéressante évidemment; elle ne suffirait pas à escompter un large concours de la Roselle dans l'alimentation du reste du monde. Certains indigènes, vraiment, se contentent de si peu. Il faut voir de plus près et considérer avec plus d'attention les informations si encourageantes qui nous viennent des Iles Philippines où le Professeur Wester a donné des précisions qu'on attendait et qui pourtant n'ont pas été suffisamment remarquées, bien qu'elles aient été enregistrées déjà en 1920, dans une publication largement utilisée par les botanistes et les agronomes « The Philippine Agricultural Review » (vol. XIII n° 2).

Il ne s'agit pas là d'une vague consommation acceptée faute de mieux par des noirs dont le choix est limité à un certain nombre de produits du sol peu alléchants en

général. Il s'agit de consommation courante par des indigènes depuis longtemps sortis de la barbarie et même par les classes de la condition sociale la plus élevée.

Le professeur Wester a eu grandement raison d'indiquer, au cours d'une étude botanique et économique sur l'*Hibiscus sabdariffa* et sur cinq variétés principales, des recettes précises sur l'art d'accommoder les diverses parties d'une plante qui se révèle du coup comme comme auxiliaire non négligeable de l'alimentation. Il nous suffira d'énumérer :

Les boissons préparées avec ses tiges vertes, à l'état herbeux, sont rafraîchissantes et d'un goût agréable : 100 kilogs de tiges et feuilles et 75 kilogs de sucre font 300 litres de vin.

Les feuilles tendres et les tiges peuvent être utilisées pour la préparation de la gelée, d'extrait aromatique, de sirop et de vin. Bouillies, les feuilles font de bons légumes verts.

Le calice ou fruit peut être employé à faire une sauce qu'on mange avec de la viande, semblable à la sauce d'airelle comme couleur et saveur; on peut en confectionner des gâteaux et des tartes.

Et notre auteur donne les indications voulues pour le pudding cuit au four, le gâteau, la gelée, le cottage pudding, la sauce du pudding, le duff, le pain d'épice, le Guhaman, la tarte, le potage, le punch, le sorbet, le gâteau croustillant, etc.

Il est permis de sourire, mais non de rire de ces révélations basées sur des recettes couramment pratiquées aux Philippines et, occasionnellement, sous certaines formes, aux Etats-Unis, où ont été reçus déjà, des îles Hawaï des lots intéressants de fruits séchés de la Roselle. C'est que la possibilité d'utiliser un végétal sous des aspects aussi variés représente une facilité sérieuse pour sa propagation.

Que la Roselle se propage peu à peu dans les pays chauds, soumis à notre administration, en raison de ses utilisations variées intéressant autant l'Européen que l'indigène, et les études visant sa culture comme plante textile s'en trouveront de suite facilitées. On s'habituera à la reproduire dans les jardins publics ou privés et les stations agronomiques, les colons eux-mêmes seront naturellement amenés à étudier la plante à ce point de vue spécial, à entreprendre des essais de culture à une échelle probante.

Il a été question en effet, à plusieurs reprises, dans la presse spéciale, de la Roselle comme plante textile susceptible de suppléer à l'insuffisance du Jute, si vraiment cette insuffisance existe; mais ce qui a été publié manque de clarté et de certitude.

M. le Professeur Wester dit bien que « la Roselle est une plante qui se prête volontiers à l'emploi de culture auxiliaire dans les plantations de jeune caoutchouc, de cocotiers et dans les vergers »; il ajoute même qu'il y a quelques années, quand on a planté le caoutchouc Ceara aux Iles Hawaï, la Roselle fut avec succès employée comme intercalaire entre les jeunes arbres à caoutchouc, que les calices furent séchés dans des évaporateurs à fruits et expédiés aux Etats-Unis. Il serait intéressant de savoir si l'on s'est trouvé bien de cette pratique et si une suite a été donnée à ces tentatives. Les calices séchés ont-ils été appréciés aux Etats-Unis ? Ces deux points seraient à élucider.

Le même savant assure que la Roselle pourrait être cultivée d'une façon identique pour sa fibre en vue de la fabrication des toiles faites aujourd'hui avec le jute et qu'elle l'est effectivement dans l'Inde, ce qui paraît être une confusion avec l'*Hibiscus cannabinus*.

Tant de décceptions se sont rencontrées à l'égard des plantes qui, d'après certains auteurs « pourraient » ou « devraient » remplacer le Jute, qu'il est sage d'envisager le problème avec une circonspection qui est dans les moyens et dans les habitudes des stations d'expériences.

Si le Professeur Wester s'étend peu sur le rôle possible de l'*Hibiscus sabdariffa* comme textile pour toile à sacs, la revue agronomique allemande *Tropenflanzer* (n° 1,1926) sous la signature de C. Ettling, en parle avec une apparente assurance qui ne doit pas nous en imposer;les indications données sont en effet parfois déconcertantes et complètement impraticables en grande culture.Citons seulement cette donnée : « Il faut 15 hommes et 164 femmes travaillant 8 heures par jour, pour récolter 100 hect. de Roselle en 100 jours et préparer les fibres. » Cent hectares en 100 jours, cela fait un hectare par jour. Qu'on essaye de se représenter les vraies occupations de ces hommes et femmes dans ce carré de 100 mètres de côté, ou bien la souffrance de ce propriétaire de 100 hectares tenu d'attendre trois mois et dix jours une récolte qui devrait être faite en vert, en pleine floraison. Cette précision n'est ni scientifique ni pratique : elle n'existe pas.

En Malaisie, des expériences ont été instituées dont il sera nécessaire de suivre le développement. L'Indochine pourrait à son tour entrer en lice et apporter sa part de collaboration aux recherches commencées ailleurs, ne serait-ce que pour ne pas laisser les colons s'engager dans des opérations de culture insuffisamment préparées.

L. H.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 29 août.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Podtiaguine* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur l'ordre de régularité de la croissance.**

— *Serge Bernstein* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur un problème relatif aux fonctions absolument monotones.**

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Paul Appell.* — **Sur les petites oscillations d'un système autour d'une position d'équilibre stable.**

OPTIQUE PHYSIQUE. — *Y. Rocard* (transm. par M. Ch. Fabry). — **Modification à la théorie de la diffusion de la lumière d'Einstein.**

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Franz Cathelin* (prés. par M. Paul Janet). — **Formules des courbes de magnétisme dans les machines électriques et des courbes d'induction dans les tôles.**

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *P. Lejay* (prés. par M. G. Férié). — **Sur les applications d'un type particulier d'amplificateur à réaction.**

Le dispositif consiste à placer dans le circuit de plaque d'une lampe amplificatrice L une résistance ohmique R assez faible pour ne pas troubler le régime de la lampe, et d'appliquer les variations de potentiel recueillies aux bornes de cette résistance à une lampe de réaction L' dont le circuit de plaque contient une autre résistance R' disposée de telle sorte qu'elle fasse aussi partie du circuit de grille de la lampe L; à toute variation du potentiel de grille de la lampe amplificatrice, correspond une variation supplémentaire du potentiel de la même grille.

Dans cette Note, l'auteur décrit les applications qu'il a faites de ce dispositif : détection, antiparasite, amplification, oscillateur.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Mlle Choucroun* (transm. par M. Jean Perrin). — **Perméabilité sélective des membranes. Influence du calibre de leurs interstices.**

Les causes qui déterminent la perméabilité sélective des membranes aux ions, et en particulier aux ions H^+ et OH^-, peuvent être importantes à connaître dans des recherches biologiques. Tous les échanges se font dans l'organisme, ou dans la cellule, au travers de parois ou de gelées, qui plongent dans des milieux riches en électrolytes, de pH variable. On comprend comment une variation du pH du milieu peut troubler l'équilibre, chaque pH fixant par son signe non seulement l'osmose électrique, mais aussi la sorte d'ions (positifs ou négatifs) qui est gênée dans sa diffusion, et qui l'est d'autant plus, que la texture de la membrane est plus serrée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *D. Yvanoff* (transm. par M. V. Grignard). — **Sur la constitution des dérivés organomagnésiens de Grignard.**

L'auteur a épuisé par l'éther anhydre, à différentes températures, le bromure d'éthylmagnésium carbonaté, en utilisant un appareil spécial qu'il décrit à l'aide d'une figure. Les résultats des expériences, résumés dans un tableau, le conduisent à conclure que le passage en solution éthérée du $Mg\,Br^2$ ne peut s'expliquer que par la présence de la forme symétrique dont l'existence dans les magnésiens carbonatés se trouve ainsi démontrée.

HYDROLOGIE ET PHYSIQUE DU GLOBE. — *N. P. Pentcheff* (transm. par M. Ch. Moureu). — **Recherches sur les gaz rares de quelques sources thermales de Bulgarie.**

L'auteur a étudié les eaux de trois sources thermales, en suivant la méthode suivante : 1° Isolement des gaz rares du gaz naturel qui les contient en utilisant leur inertie chimique; 2° Etude qualitative des gaz par l'analyse spectrale; 3° Dosage de la quantité totale des gaz rares par des mesures directes des volumes du gaz naturel et celui des gaz rares qui en étaient extraits; 4° Dosage indirect de l'hélium et de l'argon par la densité du mélange global des gaz rares. Les résultats sont exposés dans des tableaux.

L. Franchet.

BIOLOGIE. — *Paul Marchal.* — **Contribution à l'étude génotypique et phénotypique des Trichogrammes.**

Les Trichogrammes sont de minuscules Hyménoptères Chalcidiens qui, en pondant leurs œufs dans ceux des autres Insectes, contribuent dans une très large mesure à limiter leur multiplication.

L'auteur vient d'étudier pendant trois années consécutives deux types de Trichogrammes qui ont entre eux les plus étroites ressemblances morphologiques, mais qui diffèrent l'un de l'autre par un ensemble de propriétés biologiques extrêmement remarquables : le *Trichogramma evanescens*, dont les générations à développement rapide se succèdent pendant toute l'année sans autre période d'arrêt que celle du repos hivernal, et le *Trich. cacœciæ* qui n'a que deux générations par an. Ce dernier règle la vitesse de son évolution sur celle du développement embryonnaire de son hôte : il est à évolution lente (deux générations annuelles), lorsqu'il poursuit son cycle dans son hôte dont les œufs présentent une longue diapause. Il est à évolution rapide lorsqu'il poursuit son cycle dans un hôte dont les œufs se développent en quelques jours.

GÉOLOGIE. — *Pierre Viennot* (transm. par M. Pierre Termier). — **Sur la tectonique des environs de Sarrancolin (Hautes-Pyrénées).**

Le marbre de Sarrancolin apparaît bien comme une formation localisée au voisinage immédiat de la vallée de la Neste. Peut-être convient-il de le considérer comme un témoin de Cénomanien sur le bord septentrional de la zone primaire axiale. Il est de toute façon, tectoniquement indépendant du Massif de la Barousse.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *F. d'Hérelle* et *E. Peyre* (prés. par M. A. Desgrez). — **Contribution à l'étude des tumeurs spontanées.**

Les auteurs ont examiné, au cours de ces six dernières années, seize tumeurs, onze sarcomes et cinq épithéliomes, toutes d'origine humaine, excisées avant tout processus ulcératif, soit par biopsie, soit par nécropsie. Ils ont toujours pu isoler le *Micrococcus neoformans* et ils apportent ce fait nouveau que ce *Micrococcus* offre tous les caractères d'une culture mixte, d'une symbiose staphylocoque-bactériophage. Ils ont réussi, en effet, à isoler, dans deux cas (un sarcome et un épithéliome), d'une part, un staphylocoque en culture ultrapure, d'autre part, un bactériophage virulent pour le staphylocoque; le *Micrococcus neoformans* ne constitue pas une espèce botanique, c'est une culture mixte bactériophage-staphylocoque.

Des formes protobactériennes infravisibles et filtrables ont pu être mises en évidence dans six filtrats obtenus à partir de tumeurs.

P. Guérin.

Séance du 5 septembre 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Riquier.* — **Sur les recherches des solutions numériques d'un système quelconque d'équations algébriques entières à un nombre quelconque d'inconnues.**

— *Léon Pomey* (transm. par M. L. Lecornu). — **Existence d'équations intégro-différentielles non linéaires aux dérivées partielles qui sont quasi-normales**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *J. A. Lappo Danilevski* (transm. par M. Hadamard). — **Sur la résolution algorithmique du problème de Riemann.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Jean Chazy.* — **Sur les avances et les retards des instants des passages de Mercure sur le disque du soleil.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Raoul Ferrier* (transm. par M. Paul Painlevé). — **Théorie du champ moléculaire.**

— *P. Gonseth* et *G. Juvet* (transm. par M. Hadamard). — **Les équations de l'électromagnétisme et l'équation de M. Schrodinger dans l'univers à cinq dimensions.**

PHYSICOCHIMIE. — *Lucien Vallery* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur la stabilité des propriétés catalytiques de l'amiante palladiée.**

L'auteur a recherché le degré de confiance qu'on peut accorder aux catalyseurs usagés dans le dosage, à la température ordinaire, de l'hydrogène de l'atmosphère. Les essais ont été effectués avec trois exemplaires différents du même modèle de catalyseur, provenant du même constructeur. Les résultats se sont montrés très satisfaisants après 10 minutes de contact. Il n'a été constaté ni vieillissement caractérisé, ni empoisonnement par les deux hydrures gazeux d'arsenic et d'antimoine. Les variations d'activité, tantôt positives, tantôt négatives impliquent une assez grande complexité dans les causes qui les motivent, mais non un vieillissement. Par contre, les trois catalyseurs étudiés, bien qu'ayant une même origine commerciale, présentent entre eux des différences d'activité, très notables. En résumé, la réaction catalytique envisagée paraît être suffisamment fidèle pour pouvoir être appliquée sans crainte.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Demolon* et *G. Barbier* (prés.

par M. L. Lindet). — **Application de la viscosimétrie à l'étude de l'argile colloïdale.**

La viscosité croît suivant une courbe hyperbolique en fonction de la concentration; elle diminue rapidement quand la température augmente.

L'étude sur l'influence des électrolytes a montré que l'effet de sel croît très vite avec la dose ajoutée, passe par un maximum pour décroître ensuite plus ou moins lentement; aucun point singulier ne marque le seuil de floculation. Pour les divers cations étudiés, le nitrate et le chlorure ont une action identique, les sulfates ont un effet moindre et les sels de soude ont le minimum d'action.

La perméabilité des coagulums croît d'une manière continue avec la concentration en électrolytes. Jusqu'au maximum de Z, il y a parallélisme entre l'accroissement de la perméabilité et celui de la durée d'écoulement dans le tube viscosimétrique.

— *P. Thomas* et *Mlle Sibi* (prés. par M. Roux). — **Contribution à l'étude de la structure des gelées. Recherches sur la cristallisation de la *l*-arabinosazone.**

Par addition d'une substance étrangère convenablement choisie, les auteurs ont pu obtenir une modification des cristaux de l'arabinose conduisant à la formation d'un pseudo-gel. Si l'on observe que les corps qui donnent lieu par refroidissement à des gels se résolvant en fins cristaux flexueux sont des mélanges, on peut se demander s'il n'y a pas là une condition nécessaire qui se trouve remplie toutes les fois qu'il y a formation d'un gel de cette nature.

L. Franchet.

BIOLOGIE. — *Paul Marchal.* — **Les lignées naturelles de Trichogrammes.**

L'auteur a élevé, au cours de cet été, pendant plusieurs générations, une lignée de *Trichogramma cacœciæ* dans des pontes de Noctuelle du Chou ou dans des œufs d'*Ephestia* et les Insectes ont conservé sans changements les caractères très spéciaux de leur coloration : si les différences qui existent entre les deux types au point de vue de la vitesse du développment doivent être considérées comme de nature phénotypique, les caractères de coloration qui différencient *T. cacœciæ* de *T. evanescens* sont donc au contraire de nature génotypique.

Le croisement *T. cacœciæ* femelle par *T. evanescens* mâle paraît impossible et, malgré les accouplements, les œufs de la première forme ne sont pas fécondés et se développent parthénogénétiquement.

LITHOLOGIE. — *Pereira de Sousa.* — **Sur les basaltes du Portugal.**

Les basaltes se trouvent au Portugal dans diverses régions : à Lisbonne et dans ses environs où ils s'étendent jusqu'à Nazareth et sur le littoral de l'Algarve. Les premiers sont postturoniens et antémiocéniques, ils se présentent surtout en coulées, quelquefois en culots; les seconds sont helvétiens ou post-helvétiens et forment principalement des filons et des necks. A Lisbonne et dans ses alentours, le basalte est doléritique, généralement riche en olivine; il existe aussi des basanitoïdes renfermant localement de l'analcime et la biotite.

BOTANIQUE. — *O. Munerati* et *A. Milan* (prés. par M. Molliard). — **De la possibilité de déceler la présence des betteraves fourragères et demi-sucrières parmi les betteraves à sucre dès le début de la végétation.**

Lorsque les plantules présentent les deux premières feuilles déjà bien développées et que la deuxième paire est en train de se former, des îlôts pigmentés apparaissent sur la petite racine, surtout aux points d'insertion des poils absorbants, dans certaines variétés commerciales.

D'autre part, un examen, à la loupe, d'une section de la petite racine ou de l'hypocotyle, permet de vérifier une corrélation très nette entre le nombre des feuilles et le nombre d'anneaux vasculaires concentriques en rapport avec le type ou la variété. Une petite betterave sucrière présente constamment, à égale quantité de feuilles, un anneau au moins en plus qu'un sujet de variété fourragère ou demi-sucrière.

ZOOLOGIE. — *L. G. Seurat* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Sur la présence d'une Serpule, *Mercierella enigmatica* Fauvel, dans une rivière de la Tunisie.**

C'est vers le milieu du parcours de l'oued Bezirk, qui traverse la route de Tunis à Korbous à quelques kilomètres au-delà du curieux village de Soliman, à l'amorce de la péninsule du Cap Bon, que l'auteur a découvert la profusion extrême du *Mercierella enigmatica*, signalé pour la première fois dans le canal de Caen à la mer, puis dans la Rance, dans la Tamise, et enfin dans la Méditerranée, à Gandia, près de Valence. Les tubes de ce petit Serpulien couvrent littéralement les parties inférieures et latérales des blocs de grès calcaires épars dans la rivière en cet endroit.

PHYSIOLOGIE. — *G. Mouriquand, A. Leulier* et *P. Sédaillan* (transm. par M. Charles Richet). — **Le pH et la réserve alcaline dans l'avitaminose C.**

Les lésions scorbutiques ne sont pas fonction de l'acidose. Il existe deux phases dans l'évolution du scorbut expérimental. Pendant la première (du 1er au 26e jour environ) se développent des manifestations ostéohémorragiques typiques, sans atteinte marquée de l'état général, sans lésions biochimiques nettes. C'est la *phase prédystrophique*. Dans la deuxième, qui va du 26e jour environ à la mort, en même temps que s'installe le fléchissement pondéral se développent des lésions biochimiques précises : chute du taux du fer sanguin, de la cholestérine des surrénales et abaissement de la réserve alcaline. Ces troubles sont contemporains. Ils marquent l'installation de la *phase dystrophique*.

Ces deux phases paraissent exister dans d'autres maladies que le scorbut : la clinique devra tenir compte de ces faits expérimentaux.

PROTISTOLOGIE. — *Edouard Chatton* (transm. par M. F. Mesnil). — **La gamétogenèse méiotique du Flagellé *Paradinium Poucheli*.**

L'auteur signale le premier exemple de l'existence, chez un Flagellé, d'une gamétogenèse exactement comparable, dans sa démarche et sa complexité, à une spermatogenèse. Il n'est pas sans intérêt, au moment où la place de la méiose dans le cycle évolutif des Protozoaires préoccupe les protistologues et où elle est vivement controversée chez les Sporozoaires, de présenter un cas précis et indiscutable d'une méiose gamétique chez un flagellé très primitif, qui par ses stades plasmodiaux est apparenté aux Protéomyxées.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — L'Académie a désigné, pour la représenter aux cérémonies de commémoration du Centième anniversaire de la naissance de Marcellin Berthelot, qui auront lieu les 22, 24, 25 et 26 octobre 1927, à Paris : MM. les Membres de son Bureau et MM. les Doyens des Sections de Physique et de Chimie.

Société internationale de Microbiologie. — Lors de la Conférence internationale de la rage, tenue à l'Institut Pasteur en avril 1927, la fondation d'une Société internationale de Microbiologie avait été décidée. Elle comprendra non seulement la Bactériologie, mais toutes les sciences se rapportant à la Microbiologie (Parasitologie, Microbiologie médicale, vétérinaire et agricole, Botanique, etc).

Les statuts de la nouvelle société seront élaborés dans une séance constitutive qui se tiendra immédiatement avant le prochain Congrès de Microbiologie qui doit avoir lieu à Paris, en octobre 1928.

Les membres fondateurs organiseront dans leurs pays respectifs un Comité national. Les pays qui ne sont pas encore représentés pourront également constituer un Comité national.

Chaque Comité national choisira un Président par voie d'élection.

Les Présidents des Comités nationaux seront de droit Vice-Présidents de la Société internationale de Microbiologie.

Toutes les Sociétés de Microbiologie existant déjà pourront adhérer à la Société à titre de membre fondateur.

Pourront adhérer à la Société, en qualité de « membres titulaires » dans chaque pays, les microbiologistes qui auront été présentés par le Comité national.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

An introduction to the study of integral equations, par Maxime Bocher. In-8° de 70 pages. Cambridge University Press 1926. — Prix : 4 sh.

Si ce livre n'est qu'une réimpression posthume de la seconde édition, parue en 1914, il convient pourtant de signaler sa réapparition au public mathématique. Car l'exposé de la théorie élémentaire des équations intégrales qui en fait l'objet reste encore aujourd'hui l'un des meilleurs qu'on ait écrits. Après quelques préliminaires, l'Auteur développe les principes de résolution conformément à l'ordre historique et d'étape en étape, donne une idée déjà très complète de la théorie, telle qu'elle existe aujourd'hui. Voici brièvement le plan de ce remrquable petit livre :

Problème dynamique d'Abel et équation correspondante.

Introduction d'équations intégrales de 2e espèce, par Liouville, dans la théorie des équations différentielles linéaires : résolution de ces équations intégrales par substitutions succesives; procédés de résolution formelle de Volterra.

Passage des équations linéaires aux équations intégrales. Solution de Fredholin.

Equations contenant un paramètre, solution étudiée comme fonction de ce paramètre, théorème fondamental sur les équations homogènes.

Noyau symétrique et fonctions orthogonales

Equations intégrales de première espèce.

G. Bouligand.

Leçons de cristallographie professées à la Faculté des Sciences de Strasbourg, par G. Friedel. In-8° de 600 pages avec 578 figures. Berger-Levrault, éditeur, Paris.

M. Friedel, à qui l'on doit un fort bel ensemble de recherches sur les propriétés des cristaux, publie les leçons de cristallographie qu'il a professées à l'Université de Strasbourg.

Une introduction est consacrée à définir la matière cristallisée caractérisée par « l'existence des propriétés vectorielles discontinues, se manifestant pour tout un faisceau de plans dont les directions sont liées entre elles par la loi d'Haüy », et le cristal « masse homogène de matière cristallisée ».

Le corps de l'ouvrage est divisé en deux parties.

La première partie est consacrée à l'étude du cristal, subdivisée elle-même en cristallographie géométrique où sont envisagées les propriétés angulaires des cristaux et en cristallographie physique comprenant la croissance et la décroissance des cristaux, la cohésion, le clivage et une étude très complète de la diffraction des rayons X par les cristaux.

La deuxième partie est consacrée à l'étude des édifices cristallins complexes et de leurs transformations, comprenant la question si délicate des macles, l'isomorphisme et le polymorphisme.

On retrouve dans cet ouvrage la probité scientifique et la précision dans l'exposé qui caractérisent les publications scientifiques de l'auteur. Il pense, avec raison, que dans l'enseignement supérieur la qualité de ce qu'on enseigne est préférable à la quantité et qu'il faut avant tout habituer le futur chercheur à ne pas se contenter des explications approchées et toutes faites et à ne pas escamoter les difficultés. Ceux qui prendront la peine d'étudier attentivement cet ouvrage y acquerront une connaissance solide des lois et des faits les plus importants de la cristallographie.

A. Bc.

Memento du chimiste, tome I, Partie scientifique, rédigé sous la direction de M. Boll et P. Baud, par A. Belot, A. Bruillet, A. Cramois, R. Darbord, R. Dechêne, A. Fery, A. Kirmann, J. Le Corre, R. Massain, M Mathieu, J. Orcel, J. Rocard. Vol. 13×21, VIII, 676 pages, 19 figures. 1927. Dunod éditeur, Paris. — Prix : 105 fr.

Nous voilà, avec le *Memento du chimiste de* 1927, bien loin du cahier manuscrit dont se servaient les élèves de Wurtz et de l'*Agenda du chimiste* dont la première édition parut il y a exactement cinquante ans. L'opuscule primitif s'est enrichi chaque année, au cours de ce demi-siècle, de toutes les nouvelles acquisitions de la chimie. Les progrès inouïs réalisés depuis la guerre, la suppression de la cloison qui séparait presque complètement le laboratoire de l'usine ont rendu nécessaires la publication d'un *Memento* en deux volumes, sous la direction de deux chimistes spécialisés l'un, M. Marcel Boll, dans les questions d'orde purement scientifique, l'autre, M. Paul Baud, dans les questions d'ordre industriel.

Ce tome Ier est divisé en dix parties : Renseignements mathématiques (logarithmes, tables numériques; unités électriques, géométriques, mécaniques, calorifiques, optiques); mesures (unités, erreurs, constantes fondamentales, densimétrie, barométrie, thermométrie). Propriétés des éléments. Constantes des corps purs et des minéraux. Propriétés moléculaires. Affinités et chaleurs de réaction; équilibres chimiques; vitesses de réaction. Données optiques. Données électriques et magnétiques. Alliages; solutions; colloïdes. Chimie analytique. Recettes diverses. Enfin, il y a lieu de signaler le soin avec lequel la table a été rédigée et qui permet de s'orienter facilement dans la masse des renseignements contenus dans cet ouvrage qui a sa place obligatoire, non seulement dans tous les laboratoires de chimie pure et appliquée, mais aussi dans ceux de physique et de biologie.

L. Ft.

Le Gérant : M. Hédan.

Imprimerie P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 20 — 65e ANNÉE — 22 OCTOBRE 1927

LES NOUVELLES RADIATIONS ULTRAPÉNÉTRANTES ET LA CELLULE VITALE

Dans un article publié dans la *Revue universelle*, le 15 février 1927, sur les Ultraradiations, M. Alphonse Berget annonçait les faits suivants : « Au-delà des rayons Gamma il existe d'autres radiations de longueur bien plus courte encore, dont on vient à peine de déceler l'existence et que l'on désigne sous le nom *d'ultraradiations*. Elles ont été découvertes par un physicien français, Albert Nodon, Docteur ès-sciences et président de la Société Astronomique de Bordeaux, à qui l'on devait déjà la découverte des phénomènes *actino-électriques* faite en 1885. C'est à la suite de recherches présentées à l'Académie des Sciences dans une série de notes publiées à partir de 1921, que ces nouvelles radiations ont été signalées par lui, pour la première fois, en même temps que fut souligné le rôle joué par l'atmosphère dans cette troublante question, etc. »

« Mais il semble que les causes qui provoquent l'absorption des ondes dont la longueur est plus petite que celle des ondes lumineuses visibles, cessent de se manifester à l'égard des ondes beaucoup plus courtes, telles que les ultraradiations dont l'action au lieu d'être nuisible comme l'est souvent celle des rayons X ou des rayons Gamma, est peut-être favorable au contraire, au dévelopement des phénomènes de la Vie. Ces radiations nouvelles paraissent douées d'un pouvoir encore plus pénétrant que les rayons Gamma du radium, et ce pouvoir de pénétration serait tellement considérable qu'elles ne subiraient pas d'absorption sensible de la part des organismes vivants, à la différence des rayons X qui sont arrêtés par les masses osseuses en y causant souvent de graves désordres pathologiques. Ces ultraradiations étaient restées ignorées jusqu'à ces derniers temps, car elles ne sont pas susceptibles d'affecter directement nos sens, mais il se pourrait que leur présence fut décélée par certains animaux doués d'organes d'une sensibilité spéciale et peut-être cette perception n'est-elle pas étrangère au sens directeur si curieux des oiseaux et des insectes. »

D'après des recherches récentes, ces ultraradiations paraissent être la cause de désintégrations atomiques. Ces effets de désagrégation sont d'ailleurs complexes. Les radiations les plus courtes du spectre ordinaire, en particulier les rayons violets du rayonnement solaire, provoquent les premiers effets d'ionisation superficielle que l'on observe principalement sur les métaux. Les rayons ultra-violets, plus rapides, ont une action ionisante plus énergique, et les ondes plus rapides correspondant aux rayons X et aux rayons gamma agissent d'une façon plus puissante encore pour désintégrer la matière, etc. »

« Ces ultraradiations, dont la longueur d'onde est comprise entre 10^{-13} et 10^{-16} centimètres, sons susceptibles de désintégrer l'atome en en chassant les électrons, depuis leur orbite jusqu'à l'infini, et en atteignant le noyau lui-même. »

« Les radiations de longueur plus petite que 10^{-16} cent. sont inférieures comme longueur d'onde, au diamètre du noyau. L'atome, en effet, a comme rayon 10^{-8} cent. et le noyau 10^{-16} cent., donc les ultraradiations de longueur inférieure à 10^{-16} cent, se *produiront à l'intérieur du noyau*, et sont, dès lors, incapables de

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

manifester leur action mécanique sur les électrons. »

« Le rayon de l'atome étant 10^{-8} cent. et celui du noyau 10^{-16}, on voit qu'il existe dans ce petit système planétaire atomique, un intervalle de 10^{-8} cent. On peut penser que des intervalles analogues sont respectés dans des mondes encore plus petits, et qu'ils sont contenus tout entiers dans celui-ci. Des considérations particulières ont conduit A. Nodon à croire possible l'existence d'ondes ultraradiantes dont la longueur réduite à l'extrême ne serait que 10^{-69} cent. »

« Suivant cette hypothèse, il existerait donc entre l'onde la plus courte et l'onde la plus

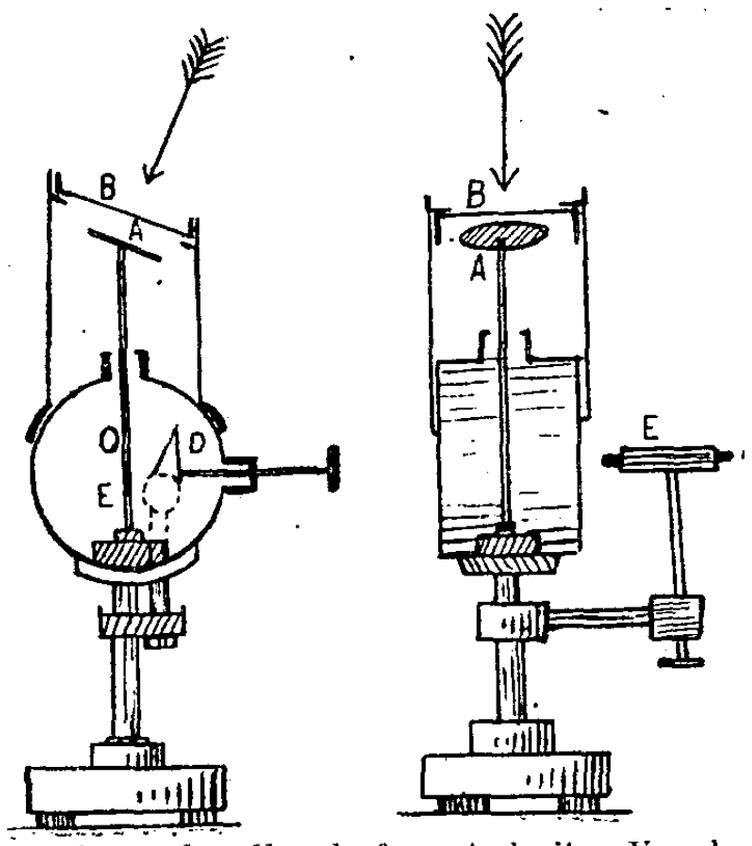


Fig. 263. — A gauche : Vue de face. A droite : Vue de profil.

grande de la série ultraradiante, un intervalle compris entre 10^{-69} et 10^{-16} cent. A raison de 10^{-8} cent. pour chaque subdivision électronique, on obtiendrait ainsi 56/8, soit 7 subdivisions dans le monde de l'électron. »

« On serait alors amené à croire que l'électron lui-même serait un monde minuscule fort complexe, formé de sept mondes élémentaires successifs et concentriques. L'énergie cinétique de l'éther subirait par l'intermédiaire de ces sous-particules des dégradations par échelons (par Quanta) successifs, qui aboutiraient aux énergies physiques dont les derniers termes sont l'énergie calorifique et électrique, avec retour final à l'éther, etc. »

« Ce sont là des hypothèses, dira-t-on (ajoute M. Berget). Mais voici que des travaux faits aux Etats-Unis par des physiciens éminents, viennent apporter aux vues si hardies de notre savant compatriote, *une confirmation vraiment impressionnante*, etc. »

L'action désintégrante que les ultraradiations sont susceptibles de provoquer dans la matière organisée, en particulier dans les cellules vitales, ont été confirmées par des recherches faites en 1923-1924, qui ont fait l'objet de deux notes présentées par M. Daniel Berthelot à l'Académie des Sciences (*Compte rendus de l'Acad. des Sciences*, du 28 janvier 1924 et du 24 mars 1924).

Dispositifs expérimentaux.

Un premier dispositif (fig. 263) était destiné à l'étude de l'action solaire et stellaire, ainsi qu'à la mesure de l'absorption des radiations par des écrans. Le second dispositif (fig. 264) fut spécialement utilisé dans des recherches faites dans des pièces closes.

Le dispositif (fig. 263) se composait d'un électromètre à feuille d'aluminium, muni d'un petit disque collecteur fixé au sommet d'une tige métallique isolée sur un support d'ambre. La feuille d'aluminium D reliée à la terre, pouvait être suffisamment raprochée de la tige électrisée O afin d'obtenir la sensibilité maxima. Les mesures étaient faites à l'aide d'une petite lunette micrométrique E. Les substances à étudier étaient placées sur le plateau collecteur A où elles étaient fixées à l'aide de matières adhésives. On disposait des écrans absorbants B au-dessus du collecteur, c'est-à-dire entre les radiations extérieures et les objets à étudier.

L'instrument de mesure adopté dans la seconde série de recherches avait pour but de diminuer les causes d'erreurs et de réduire le plus possible la capacité intérieure. Cet électromètre renfermait une tige métallique isolée sur un support d'ambre ; cette tige était chargée extérieurement. Une petite plaque métallique verticale portant une feuille d'aluminium pouvant être manœuvrée de l'extérieur, de façon à faire coïncider cette image avec celle du zéro de l'échelle micrométrique. La faible charge que l'on donnait à l'électromètre permettait de réduire les fuites spontanées.

Un troisième modèle d'électromètre construit par les ateliers Carpentier fut utilisé dans une autre série de recherches très précises (fig. 264).

Electromètre destiné a l'étude de faibles manifestations radioactives

Electromètre Nodon (Ateliers Carpentier)

L'étude des petites manifestations radioactives nécessite un électromètre de capacité électrostatique aussi réduite que possible, permettant d'effectuer des mesures rapides et d'une grande constance.

L'électromètre Nodon est spécialement destiné à l'observation des phénomènes radioactifs de faible intensité, tels que ceux produits par les *cellules vitales*, par les radiations solaires et les ultraradiations.

Cet instrument se compose d'une petite tige métallique verticale fixée sur un support en quartz dépoli, dont le pouvoir isolant est excellent dans l'air sec ; on constate en effet, qu'une charge de 40 volts ne donne lieu à aucune perte appréciable après 30 minutes. Une petite lunette grossissante munie d'une échelle micrométrique, permet de déterminer la position d'une feuille d'aluminium de quelques millimètres de largeur, suspendue en face de la tige chargée. Cette tige, ainsi que la feuille d'aluminium, sont enfermées dans une enceinte métallique close, dans laquelle se trouve une petite cage entourée d'un réseau à larges mailles. On place dans cette cage les objets à étudier, tels que des insectes, de petits animaux, des plantes, des substances minérales. Un récipient renfermant une substance desséchante est disposé dans l'intérieur de la caisse métallique, au-dessous de la cage. Un bouchon en métal disposé au-dessus de la tige chargée permet de fermer la caisse après chaque charge de l'électromètre. L'instrument accuse des variations de charge de 2 volts.

Grâce à sa capacité très faible, pratiquement négligeable, à la longue conservation de sa charge à vide, ainsi qu'à sa grande sensibilité, et à sa constance, cet électromètre permet d'effectuer de nombreuses mesures sur les variations de la radioactivité sous l'action solaire directe ou indirecte et sur la *radioactivité des cellules vivantes*, alors que la plupart des modèles actuels d'électromètres ne permet pas d'effectuer avec un degré de précision suffisante l'étude de ces phénomènes.

Avant d'effectuer une mesure, on donnait à l'électromètre une charge assez élevée, et l'on abandonnait l'instrument à lui-même pendant un certain temps, afin d'amener une captation des ions libres à l'intérieur de la cage. On mesurait ensuite la décharge à vide, variable d'un jour à l'autre, par suite des variations dans l'émission des ultraradiations extérieures d'origine cosmique. On prenait comme étalon de mesure un poids déterminé d'oxyde d'uranium.

Radioactivité des végétaux

Les mesures de radioactivité portèrent sur des feuilles vertes appartenant à diverses plantes, ainsi que sur les pistils et étamines de fleurs, puis sur des feuilles mortes (tableau).

Nature de l'expérience (d'Août à Septembre 1923)	Durée de l'action solaire directe	Durée de l'action solaire après l'interposition d'un écran de plomb	Durée de l'action cosmique à l'extérieur et à l'ombre	Durée de de l'action cosmique dans une pièce close
Oxyde d'uranium	Comprise entre 67 sec. et 240 sec.			
	180s.-210s.			
Feuilles de dahlia fraiches	210 s.			
	180 s.			
	130 s.			
Feuilles de dahlia fraiches	10 s. - 15 s.			
	15 s.			
Uranium	40 s.			
Pollen de dahlia	60 s. - 50 s.			
Uranium	120 s.			
Feuilles de dahlia		210 s.		
id.		300 s.		
id.		70 s.	300 s.	
id.			390 s.	
Hortensia				235 s.
Sulfate de Baryum				
Radium (Activité 15 fois celle de l'Oxy. d'Uranium)				90 s.
Feuilles d'Hortensia fraiche				190 s.
				69 s.
Hortensia				300 s.
Radium				80 s.
Hortensia				300 s.
Radium				75 s.
Hortensia				400 s.
Radium				45 s.
Hortensia				260 s.
Radium				90 s.
Géranium				225 s.
Radium				52 s.
Géranium				85 s.
Radium				30 s.
Géranium				103 s.
Radium				25 s.
Géranium				130 s.
Radium				25 s.
Géranium				120 s
Radium				80 s
Géranium				510 s.
Radium				75 s.
Géranium				230 s.
Radium				15 s.
Géranium				210 s.
Radium				90 s.
Feuilles de poireau				300 s.
Radium				52 s.
Poireau				70 s.
Radium				12 s.
Poireau				250 s.
Radium				69 s.
Poireau				114 s.
Radium				25 s.
Poireau				300 s.
Radium				90 s.
Feuilles de poireau				250 s.
Radium				45 s.
Radium				225 s.
Feuilles de lierre				52 s.
Lierre				480 s.
Radium				69 s.

Lierre			90 s.
Radium			25 s.
Gousse d'ail			210 s.
Radium			40 s.
Oignon			150 s.
Pomme de terre			220 s.
Terre fraichement prise dans un jardin			215 s.
Radium			52 s.
Terre fraiche			250 s.
Radium			45 s.
Terre humide venant d'une avec			45 s.
Radium			
Feuille d'hortensia		340 s.	340 s.
Feuille de poireau		385 s.	260 s.
Feuille de Lierre		320 s.	260 s.
Sulfate Ba Ra		75 s.	73 s.
Décharge à vide de l'électrom.			300 s.
Papier humide			300 s.
Poids égal de feuille morte humide			300 s.
0,25 gr. Ox. d'Uranium			30 s.
7 gr. 90 étamines et pollen d'œillet			30 s.
Radioactivité de G de Pol. en par rap. à 1 g. Uranium			

Résumé. — Il résulte de l'examen du tableau précédent, que la radioactivité des végétaux est en général du même ordre de grandeur que celle de l'uranium. Cette radioactivité est plus considérable avec les organes reproducteurs qu'avec les autres parties de la plante. Elle est plus grande avec des plantes fraîchement cueillies qu'avec des plantes en partie fanées ; elle est nulle sur les plantes sèches.

La radioactivité des végétaux subit d'un jour à l'autre de légères variations analogues à celles du radium et de l'uranium ; variations qui paraissent dépendre du degré d'activité des ultraradiations.

Elle décroît par l'interposition d'un écran de plomb épais sur le trajet des radiations solaires. En l'absence de soleil, elle est sensiblement la même au dehors ou dans une pièce close (radiations ultrapénétrantes d'origine cosmique). Les décharges positives ou négatives de l'électromètre sous l'action radioactive des plantes, ne sont généralement pas symétriques.

La différence observée dans les émissions d'ions positifs ou d'ions négatifs, est parfois très sensible. Dans ce cas la plante présente un excédent de charge positive ou négative. La cellule végétale peut donc présenter une charge électrique spontanée, positive ou négative, suivant les cas.

La radioactivité de la terre fraîchement extraite d'un champ est comparable à celle des plantes fraîches. Cette radioactivité diminue quand la terre se dessèche, et elle devient nulle avec de la terre extraite du sol d'une cave humide.

Radioactivité animale.

Les recherches sur la radioactivité animale n'ont encore porté que sur des insectes, les petits mammifères présentant un volume trop considérable pour permettre de les placer dans la cage grillagée de l'électromètre. La radioactivité émise par les insectes varie sensiblement suivant leur degré de vitalité. On observe également des variations d'une journée à l'autre, analogues à celles que subissent en même temps les végétaux et les substances radioactives. Ces variations paraissent être placées sous la dépendance directe de celles des ultraradiations d'origine solaire et cosmique.

La radioactivité de la cellule animale est plus grande en plein soleil qu'à l'ombre, et l'interposition d'un écran de plomb diminue cette radioactivité.

On sait, d'autre part, que le corps humain est susceptible d'émettre des électrons qui provoquent la décharge de l'électromètre et donnent des impressions photogéniques sur les plaques sensibles. Ces faits avaient déjà été observés par le Dr Le Bon. M. Müller, Directeur de l'Institut Salus, à Zurich, a fait récemment des recherches qui laissent supposer que le corps humain émet un agent physico-chimique (*Bulletin de l'Association suisse des électriciens*, octobre 1926, t. XVII, p. 466-471) non défini, qui s'échappe à grande intensité de la face intérieure des phalangettes de la main gauche, l'émission serait moins abondante à l'extrémité des doigts.

Le flux augmente sous l'action d'un effort musculaire ou d'un effort de volonté. Cet agent semble pourvu d'un grand pouvoir de diffusion, et divers corps sont susceptibles de l'émettre après avoir subi son action. On met en évidence cette émission par sa propriété de modifier la conductivité électrique de l'air, de la soie, etc. M. Müller a mis l'action de cet agent en évidence au moyen d'un électromètre qu'il décharge, ou à l'aide d'un galvanomètre accusant la conduction d'un isolant soumis à son influence. La décharge disruptive d'une étincelle est également provoquée par cette action.

L'ensemble des faits précédents indique nettement l'action d'ions diffusés dans l'air voisin, et la nature électronique de cette source ionisante. Il n'est nullement nécessaire de rechercher dans la présence d'un nouveau fluide ou de nouvelles radiations, l'origine très nette de ces phénomènes.

Il résulte des faits précédents que les cellules vitales du corps humain émettent des électrons provenant d'une véritable radioactivité, dont l'intensité paraît être beaucoup plus considérable que celle décélée sur les insectes et sur les plantes.

Ajoutons enfin que l'on observe le plus souvent une différence parfois même importante entre les charges électriques de signes contraires, qui se manifeste pendant la radioactivité de la cellule vitale. Il résulte de ce fait intéressant que la cellule ainsi que l'organisme vivant présentent le plus souvent une charge électrique libre.

Nous indiquerons quelques-uns des résultats que nous avons obtenus sur la radioactivité des insectes.

Nature de l'expérience (d'Août à Septembre 1924)	Vitesse de la décharge par division	Vitesse de la décharge par l'oxy. d'uranium	Décharge par le radium	Radioactivité de l'insecte rapportée à l'uraninm
Mouches en vie	2 s.	40 s.		
Mouches mcurantes	75 s.	120 s.	Râact.	
Mouches mortes	180 s.	180 s.	15 s.	
Tétigonia colorata en vie	115 s.		120 s.	
Pœcicoloris en vie	35 s.		10 s	
id.	20 s.		8 s.	15 s.
id.	2 s.		30 s.	13 s.
id.	1 s. 45		25 s.	13 s.
id.	22 s.		90 s.	11 s.
id.	24 s.		100 s	11 s.
Scarabés dorés poids (0 gr. 65)	9 s.	35 s.		16 s.
Scarabés noirs malades (Poids (0 gr. 21)	12 s.	15 s.		1 s. 5
Mouches vivantes (0 gr, 04)	40 s.	20 s.		3 s. 1
Insectes vivants (0 gr, 13)	300 s.	300 s.		6 s. 6
Scarabés verts mourants (0 gr. 61)	13 s.	15 s.		0 s. 5
d'après E m.	25 s.	15 s.		0 s. 25
Araignés mourantes (0 gr. 27)	55 s.	35 s		0 s. 58
Mouches mortes	15 s.	15 s.		

Résumé. — Il paraît résulter des mesures précédentes, que la radioactivité des insectes est de 3 à 15 fois environ celle de l'uranium par unité de poids. Les insectes malades ont une radioactivité sensiblement plus faible qu'en état de santé, qui est alors de l'ordre de grandeur de celle des plantes. Enfin, les animaux morts ne présentent plus aucune radioactivité appréciable. Nous avions vu également que les plantes dont la radioactivité, très sensiblement inférieures à celle des insectes, est également nulle lorsque les plantes sont mortes.

Les observations faites sur la radioactivité humaine que nous avons signalées précédemment semblent prouver que cette radioactivité est très supérieure à celle des insectes. L'expérience démontre du reste que la radioactivité et la vitesse de désintégration des éléments de la cellule vitale sont fonction de la vitalité de cette cellule.

L'étude photographique de ces phénomènes a du reste entièrement confirmé les conclusions précédentes.

Etude photographique.

Le dispositif adopté dans l'étude de l'action photogénique de la radioactivité des plantes et des insectes sur les plaques sensibles, est le suivant : les objets à radiographier sont renfermés

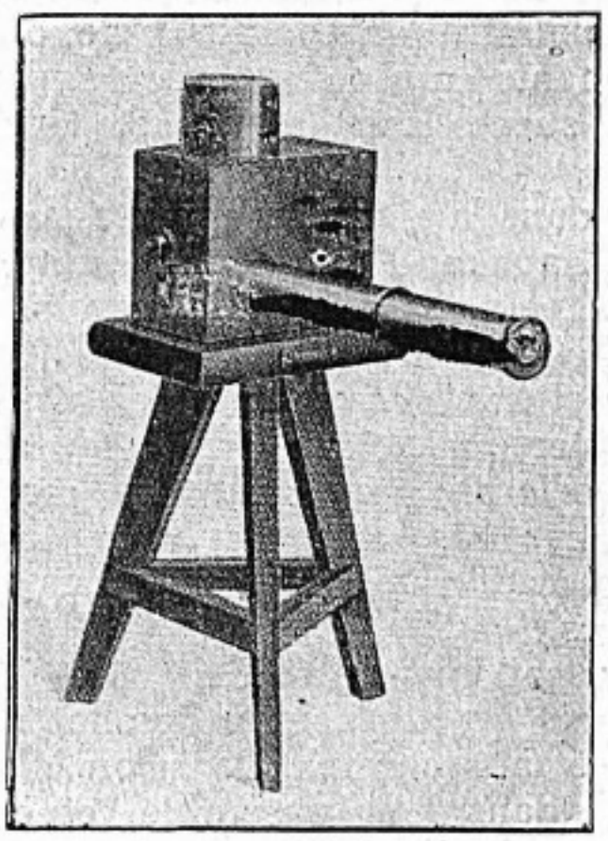


Fig. 261. -- Electromètre Nodon.

dans un petit châssis en carton noir, absolument opaque à la lumière. Un treillis en toile sert à isoler l'objet de la surface de l'émulsion sensible.

On fait une première série d'épreuves avec un étalon de sulfate de baryum-radium, dont l'activité était égale à 15 fois celle de l'uranium dans les essais de 1923-1924.

Dans divers de ces essais on utilisa des insectes *Pœcicoloris* ; on les varia en plaçant tantôt les insectes sur la surface même de l'émulsion, tantôt en les immobilisant ou en les laissant circuler librement sur cette face. Dans d'autres essais, les insectes furent isolés de l'émulsion par un treillis en tissu.

Dans d'autres, on utilisa des feuilles de plantes fraîchement cueillies.

Quelques-uns de ces résultats furent consignés dans une note présentée à l'Académie des

Sciences par M. Daniel Berthelot (*C. R. de l'Ac. des Sciences* du 24 mars 1924).

Ces exemples, pris parmi beaucoup d'autres semblables, démontrent que la radioactivité des cellules végétales et animales que décèle la photographie, confirme complètement celle qui avait été démontrée par l'analyse électrométrique.

Après une pose de trois heures, le premier cliché donna une impression photogénique très accusée produite par les radiations émises par le radium à travers les mailles du tissu. Sur la diapositive, les mailles apparaissent en noir sur fond blanc.

Dans la seconde photographie on voit l'image très nette de l'insecte sur fond noir.

Dans le troisième cliché, l'insecte étant plus éloigné de l'émulsion par suite de l'interposition du tissu, donna une image plus faible, où se devine le dessin géométrique des mailles.

Dans la quatrième photographie, on voit deux rayonnements lumineux correspondant à deux positions successives de l'insecte dans le châssis.

Enfin, dans la cinquième photographie provenant de l'action d'une feuille verte, l'impression est à peine visible ; elle est plus accentuée sur le cliché lui-même.

Après cet exposé sommaire des résultats, nous allons tenter une théorie explicative de ces faits. Cette théorie aura sans doute le sort de toutes les théories ; elle sera remplacée par une nouvelle, qui cadrera mieux avec nos connaissances futures.

Chacun sait qu'une théorie n'est jamais définitive, mais qu'elle peut utilement relier entre eux divers faits connus, de façon à pouvoir les envisager dans leur ensemble, et en tirer de nouvelles déductions.

Les ultraradiations et l'énergie vitale.

Il semble probable que la matière, sous l'action des radiations de longueur d'onde inférieure au diamètre de l'électron, doit subir des modifications particulières, d'ordre inconnu, communiquant peut-être à cette matière des propriétés nouvelles, différentes de celles que leur communiquent les radiations de longueur d'onde beaucoup plus grande, extérieures aux électrons. Il semblerait d'autre part, que l'état colloïdal représente un état de passage entre la matière minérale et la matière vivante.

L'état colloïdal communique en effet à certains métaux des propriétés assez singulières, qui diffèrent beaucoup des propriétés physico-chimiques habituelles de ces corps.

La forme colloïdale est précisément celle sous laquelle se présentent le plus souvent la matière organique, telle qu'on la rencontre dans la cellule vitale.

Cette cellule est essentiellement formée d'une matière particulière appelée *protoplasma*, ne présentant aucune propriétés physico-chimiques spéciales. Si l'on cherche à scruter plus profondément la nature intime de cette matière par l'analyse chimique, on est vite arrêté par de nombreuses difficultés, qui se retrouvent du reste dans l'analyse de toute matière organique vivante. Il semble que la composition chimique de la cellule vitale est en état d'évolution et de transformation continuelles. Ce ne serait donc probablement pas dans la molécule, ni même dans l'atome, que l'on devrait chercher l'origine des phénomènes biologiques ; mais plus loin encore, dans l'électron lui-même.

La forme encore inconnue de l'énergie biologique susceptible de se manifester dans l'électron, et plus particulièrement dans le noyau central dont la masse est beaucoup plus importante, et dont le rôle paraît être capital dans la mécanique atomistique, pourrait, selon toute vraisemblance, être attribuée à des radiations extrêmement courtes et rapides situées bien au-delà de celles que nous connaissons ; radiations qu'il paraît impossible de déceler par des manifestations d'ordre physico-chimiques.

Est-ce dans le domaine des ultraradiations les plus rapides que nous devrons chercher l'origine de l'énergie vitale ? Aucun fait positif ne nous permet encore de l'affirmer, bien que des résultats troublants donnent cependant de fortes présomptions en faveur de ces suppositions.

Afin de serrer davantage la question, examinons avec plus de détails les faits connus sur la vie cellulaire.

Nous trouvons à la base de la vie cellulaire les *protozoaires*, constitués par des *plasmas* non fixés. Ces plasmas sont mélangés avec des *magmas fixés*, mais la proportion de ces magmas est trop faible pour permettre aux protozoaires de former des enveloppes complètes. Ces protozoaires restent dans l'état d'isolement dû à l'absence d'enveloppe corticale nécessaire à assurer leur adhérence.

Mais dès que la quantité de magmas fixés est devenue suffisante pour permettre à l'enveloppe des protozoaires de se développer, les *métazoaires* qui en dérivent se fixent ; les cellules qui en résultent prennent aussitôt une assise stable et définitive due au groupement intime des protozoaires par leurs enveloppes définitivement constituées.

Mais la matière organisée traverse de nombreux stades successifs avant de parvenir à celui de la cellule vitale. Malheureusement, nos moyens d'investigation physico-chimiques ne nous permettent pas de suivre ces transformations successives, conduisant de la matière colloïdale à la cellule vitale ; mais il paraît vrai-

semblable que l'activité prodigieuse dépensée dans ces transformations intimes est intra-électronique, et par suite inexistante pour tous nos moyens d'observation physico-chimiques, qui ne nous permettent d'étudier que les phénomènes extra-électroniques et moléculaires.

Comme nous l'avons déjà dit, la substance protéique paraît être, au point de vue chimique dans un état de transformation incessante, au sein même du protoplasme vivant. Cette matière protéique est constituée par un assemblage atomique à cycle ouvert, c'est-à-dire par des atomes qui renferment probablement des électrons faiblement soudés à l'enveloppe extérieure de l'atome. Quant aux produits de combustion, d'élimination et de déjection provenant de la vie même de la cellule, ils se présentent au contraire, au point de vue chimique, sous la forme d'un cylindre fermé dont les groupements moléculaires et atomiques permettent la facile libération des électrons.

Ces matières constituent, chez les végétaux, les résines, les caoutchoucs, les parfums, etc., qui sont automatiquement éliminés de la cellule vitale d'une façon analogue aux toxines animales.

Il semblerait donc résulter de ces faits que la présence d'électrons actifs dans le protoplasma vivant s'accorderait bien avec des manifestations particulières de l'énergie vitale dans la vie cellulaire. Lorsque l'on sera parvenu à déterminer la cause première de la vie cellulaire, on sera bien près de pouvoir suivre l'évolution de la vie elle-même. Il se pourrait qu'il y eut une corrélation entre la longueur d'onde des ultraradiations et la nature des manifestations au sein de la cellule vitale. Les ondes les plus longues présidant peut-être à la simple formation de la cellule ; et les plus courtes, aux manifestations vitales élevées.

L'atome vivant.

Les colloïdes constituant les éléments des cellules vitales sont eux-mêmes formés d'un agglomérat de molécules et d'atomes.

Les atomes des substances qui composent les cellules sont principalement ceux d'hydrogène, oxygène, azote et carbone, auxquels s'ajoutent parfois d'autres éléments, tels que le phosphore, le soufre, l'arsenic, l'iode, le fluor, etc. D'après la théorie de Bohr, les principaux éléments chimiques précédents renferment dans leur structure intime un petit nombre d'enveloppes concentriques d'électrons négatifs en rotation permanente autour d'un noyau central renfermant autant de valences positives qu'il existe d'électrons négatifs autour de lui.

D'après nos recherches personnelles sur l'action des radiations ultra X et ultra Gamma émises par le soleil et par les astres, il semble que ces radiations très pénétrantes traversent aisément les éléments de faible nombre atomique renfermant peu d'enveloppes d'électrons, mais que cette pénétration devient de plus en plus difficile à mesure que le nombre d'enveloppes d'électrons augmente dans les éléments à nombre atomique élevé, tels que les corps radioactifs. La grande quantité d'énergie dissipée dans les chocs électroniques au voisinage du noyau positif, a pour conséquence la désintégration partielle du noyau et l'expulsion définitive d'électrons au dehors représentant les manifestations extérieures de la radioactivité.

L'émission de l'énergie ultraradiante cosmique étant considérable et s'effectuant d'une façon continue, donne lieu à une désintégration permanente des corps radioactifs.

Les radiations ultra gamma les plus longues émises principalement par le soleil étant en quantité variable suivant le degré d'activité de cet astre, exercent une action désintégrante sur les couches périphériques des atomes, et l'on constate que cette action subit d'importantes variations paraissant dépendre du degré d'activité solaire.

Rappelons pour mémoire que dans les phénomènes de radioactivité, la libération des électrons négatifs animés de vitesses tangentielles considérables est la cause des rayons béta. La libération des particules positives réunies à l'atome privé d'un électron négatif, constitue l'origine des rayons alpha. Enfin, les chocs intra-atomiques produits au moment de la libération des électrons sont l'origine de vibrations rapides de l'éther environnant, et des rayons gamma.

On sait également que les rayons gamma à fréquence très élevée sont de l'ordre de 10^{-11} Å. correspondant à des millions de volts.

On peut calculer par extrapolation, ainsi que d'après les mesures faites par Millikan sur les ultraradiations les plus longues, que celles-ci ont une longueur d'onde de l'ordre de 10^{-13} Å.

Les radiations ultra Gamma les plus courtes pourraient atteindre des dimensions aussi petites que celles de l'électron positif de l'ordre de 10^{-13} Å.

On pourrait attribuer à ces radiations ultra-gamma les plus courtes la cause de la désintégration matérielle produite par les radiations ultrapénétrantes constamment émises par le soleil et les astres. Comme nous l'avons déjà dit, il paraîtrait probable que la plus petite longueur des radiations n'est pas celle de l'électron lui-même, mais qu'il peut exister des radiations plus courtes encore, dont les dimensions seraient d'ordre intra-atomique.

Les phénomènes résultant de telles ondes intra-atomiques échapperaient du reste à nos

moyens d'investigation et de mesures actuels, et il est possible d'admettre que ces phénomènes seraient produits par des particules beaucoup plus petites et plus rapides que l'électron lui-même !

Une étude sur les théories les mieux assises sur l'éther, nous a conduit à admettre l'existence de sept petits mondes minuscules intérieurs les uns aux autres, correspondant à des gammes de longueurs d'onde de plus en plus petites. Si l'on admet les suppositions précédentes, on peut s'expliquer que l'électron acquiert des propriétés nouvelles sous l'action de phénomènes intraélectroniques inconnus, qui sont peut-être la cause de la désintégration atomique dans la cellule vitale. Cette désintégration d'atomes légers s'expliquerait en effet difficilement par l'action de radiations plus longues, agissant extérieurement à l'atome.

On doit donc admettre que les électrons dont sont composés les atomes légers de la cellule ont acquis « quelque chose » de nouveau sous l'action vitale ; et qu'ils prennent sous cette influence une activité nouvelle, comparable à celle qu'acquièrent dans la matière minérale les atomes très complexes, tels que ceux du radium.

Les électrons des corps à faible nombre atomique, tels que ceux d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, de carbone, subiraient sous l'action vitale propre de la cellule, un accroissement considérable d'énergie cinétique d'origine ultraradiante, susceptible de provoquer des désintégration atomique analogue à celles du radium.

En d'autres termes, l'action vitale se manifesterait dans l'*électron vivant* sous une forme particulière encore inconnue, se traduisant par un accroissement de l'énergie cinétique des électrons.

Les « électrons vivants » chassés de la cellule par voie de désintégration atomique apparaissent à l'extérieur sous la forme d'électrons minéraux ou « électrons morts » semblables à ceux provenant du radium ou de tous les corps désintégrés. Les électrons morts perdent hors de la cellule l'énergie cinétique supplémentaire qu'ils avaient acquise dans la cellule elle-même. Inversement, des substances à faible nombre atomique introduites dans un organisme vivant par la voie alimentaire par exemple, serviraient d'apport à des électrons susceptibles d'acquérir dans la cellule vitale une énergie cinétique considérable sous l'action des ultraradiations extérieures.

Les atomes vivants subiraient alors une désintégration continue, d'autant plus importante qu'ils renfermaient un plus grand nombre d'enveloppes d'électrons. Les atomes complexes tels que ceux du carbone, subiraient une désintégration plus rapide que ceux d'hydrogène.

La désintégration se continuerait pendant toute la durée de la vie cellulaire, et les pertes d'énergies et de matière qui en résulterait seraient compensées par un apport continuel d'électrons nouveaux. Il se produirait un échange vital continuel résultant d'un apport permanent d'électrons extérieurs dans l'organisme vivant.

La présence dans la cellule de certains éléments complexes tels que l'iode, serait alors susceptible d'y amener, tout au moins temporairement, un excédent de vitalité dont profiterait l'organisme tout entier.

On pourrait émettre sur cette action physiologique connue l'hypothèse suivante : dans la série périodique de Bohr, l'élément *iode* est inscrit parmi les corps radioactifs, bien qu'il ne le soit pas. L'iode occupe en effet, la case (82-225), voisine de celle (84-221) représentant le *polonium*, corps radioactif ; ainsi que de la case (86-227), celle de l'*émanation*, substance fortement radioactive.

Une légère modification dans le groupement des électrons de l'atome d'iode, suffirait probablement pour le transformer en polonium ou en émanation. Toutefois, une telle modification n'a pu encore être observée par les procédés physico-chimiques dont nous disposons ; mais il se pourrait qu'après l'assimilation de l'atome d'iode par la cellule vitale, il y subisse sous les actions ultraradiantes extérieures, des transformations ionistiques l'amenant à un état de désintégration rapide, susceptible de libérer une grande quantité d'énergie. Or, une partie de cette énergie libérée dans l'intérieur même de l'électron est susceptible, comme nous le savons, de se manifester partiellement sous forme d'énergie cinétique extérieure ; tandis qu'une autre partie peut se traduire à l'intérieur même de l'électron, sous forme d'action vitale d'ordre encore inconnu.

La présence de l'élément iode dans la cellule vitale aurait donc pour effet d'augmenter la radioactivité de cette cellule, et d'accroître la rapidité des échanges dans l'organisme vivant. Il en résulterait finalement des réactions salutaires dans la vie biologique et dans l'état de santé de l'individu. Les effets salutaires provoqués dans l'organisme par l'introduction de l'iode à des doses sensibles, ont été effectivement démontrés par des observations prolongées faites par le Dr Boudreau, sur un grand nombre de malades.

Dans un autre ordre d'idées, on a cru pouvoir attribuer à l'influence des taches solaires certains effets sur l'organisme humain. Il convient toutefois de se montrer très réservé sur ce point, car les taches, formes visibles de troubles solaires, ne sont que rarement liées à d'autres manifestations plus importantes d'ordre invisible, correspondant à une émission intense

de certaines radiations, en particulier des ultra-radiations ou radiations ultrapénétrantes.

Certains foyers solaires d'aspect calme et de grande étendue, ne paraissent donner lieu qu'à un accroissement de l'émission calorifique, tandis que de petits foyers divisés, en état de vive agitation, peuvent être liés à des phénomènes d'émission radiante intensive.

L'émission temporaire par le soleil et par les astres, d'ultraradiations plus intenses ou de petite longueur d'onde, serait probablement susceptible d'amener des troubles dans les fonctions de la vie cellulaire, aussi bien dans les plantes que chez les animaux ; et la santé de l'homme, pourrait également en être affectée.

Souhaitons que ces premières recherches contribuent à orienter les sciences biologiques vers de nouvelles méthodes,reliant plus directement ces sciences à la physique et à la mécanique.

Notre regretté ami, Daniel Berthelot, avait déjà démontré, à la suite de géniales études, les relations étroites existant entre les ondes lumineuses courtes de l'ultraviolet, et les phénomènes vitaux au sein de la cellule. La science de demain, progressant sans cesse, trouvera peut-être dans les nouvelles ondes ultrapénétrantes d'origine extra-terrestre, la source même de la vie cellulaire. L'étude méthodique de ces phénomènes pourrait conduire à des conséquences incalculables, dans les domaines de la physiologie, de la biologie et de la médecine.

Albert NODON,
Docteur ès-Sciences,
Corresp[t] de l'Académie royale d'Espagne,
Président de la Société astronomique
de Bordeaux.

LES SONDAGES PAR L'ÉCHO ET LEURS APPLICATIONS A LA GÉOGRAPHIE DES MERS

I. — LE PRINCIPE ET LES APPAREILS.

Nos connaissances sur la topographie sous-marine viennent encore, d'une manière presque exclusive, des sondages par fil d'acier pratiqués, tant en eaux côtières qu'en eaux profondes, soit pour assurer la sécurité de la navigation, soit pour la pose des câbles sous-marins, soit simplement pour faire progresser l'océanographie.

Ces sondages, qui autrefois ne conduisaient à des résultats positifs que dans les eaux de faible profondeur, ont acquis depuis trois quarts de siècle une certitude relative, grâce à diverses améliorations, dont les plus connues sont l'emploi des sondeurs à poids perdu et des accumulateurs. D'autre part, on a pu mesurer la profondeur de la mer par d'autres moyens que la longueur pure et simple du fil déroulé. Ainsi, le sondeur Thomson, qui est aujourd'hui d'un usage très répandu, est fondé sur la pression croissante de l'eau, selon la profondeur, sur un tube rempli d'air, ouvert à la partie inférieure, et enduit à l'intérieur de chromate d'argent, que l'eau de mer change en chlorure d'argent jusqu'à la ligne où elle pénètre ; cette ligne, rapportée à une règle graduée, donne la profondeur atteinte.

Mais tous les procédés appliqués, quels qu'ils soient, exigent le déroulement et la remontée d'un fil. Cette double opération peut se faire très vite en eaux côtières peu profondes, où en peu de temps on obtient de nombreux sondages. Il n'en est pas de même au large, c'est-à-dire dans la majeure partie de l'étendue des mers. Si nous divisons la masse marine en deux parties d'après la démarcation adoptée pour la limite du plateau continental et fixée à l'isobathe de 200 mètres, nous trouvons que les eaux de faible profondeur ne tiennent que 8,4 % de la superficie de l'Océan. Les eaux du large, profondes, occupent plus des neuf dixièmes.

Ces sondages du large sont très lents : on ne peut donc les multiplier comme on voudrait ; de plus, leur précision n'est qu'approximative.

Selon le docteur Richard, directeur du Musée de Monaco, un sondage fait dans la mer des Sargasses, à 5.382 mètres, par la machine à sonder de la *Princesse Alice*, dura 89 minutes : 44 minutes à la descente, 45 à la montée. On peut admettre que c'est à peu près le maximum de rapidité qu'il est possible d'atteindre à cette profondeur avec le sondage par fil. En tablant là-dessus, on voit que les sondages du large dureront au moins de une heure à trois heures, selon la profondeur sondée. Ils pourront durer beaucoup plus longtemps avec des circonstances défavorables : roulis accentués, accidents ou rupture au treuil de sondage et au fil.

Ensuite, la position du point de sondage n'est qu'une position approchée, pour deux raisons. En dehors des relèvements côtiers, la position du navire, calculée astronomiquement au début de l'opération, ne se présente qu'avec une approximation de ± 1 mille 1/2, selon Krümmel, dans les circonstances les plus favorables. De plus, cette position change pendant l'opération, par suite de la dérive du navire ; elle change d'autant plus que l'opération est plus longue, et le point atteint par le plomb de sonde n'est jamais sur la verticale du bateau sondeur, ce qui entraîne d'autre part un allongement du

fil et une estimation exagérée de la profondeur, quand celle-ci se mesure sur le fil déroulé.

Toutes ces difficultés nous montrent combien il est malaisé, avec les procédés employés jusqu'à ce jour, de connaître le relief du fond de l'Océan. Les sondages ne peuvent être assez nombreux au large, et ils manquent de précicion. Aussi nos cartes bathymétriques contiennent beaucoup d'interpolations, c'est-à-dire des tracés d'isobathes supposés et considérés comme probables d'après quelques données éparses ; elles nous donnent pour la topographie sous-marine une représentation simple qui n'est peut-être telle que par le fait de notre ignorance ; le relief ne se présente comme varié que dans les régions côtières, où précisément les sondages par fil sont bien plus nombreux et bien plus précis.

Mais nos connaissances vont bientôt s'accroître d'une manière inespérée, grâce aux procédés modernes, devenus pratiques et utilisables, du sondage par l'écho réfléchi au fond de la mer. C'est une ère nouvelle qui s'ouvre pour la géographie de l'Océan.

Le principe est assez simple et depuis longtemps connu. Les vibrations sonores se transmettent dans l'eau de mer à la vitesse de 1.500 mètres par seconde. — Nous pouvons admettre provisoirement ce chiffre de 1.500 m./sec. ; nous verrons plus tard comment et pourquoi il faut le rectifier. — Si nous avons un émetteur de vibrations sonores immergé sur la coque d'un bateau, les vibrations émises se transmettront dans les couches liquides jusqu'à la surface solide la plus voisine, c'est-à-dire jusqu'au fond, où elles se réfléchiront pour revenir vers la surface de la mer ; là elles seront recueillies par un récepteur microphonique placé de l'autre côté du bateau (ou, si l'on veut, à l'arrière, l'émetteur étant à l'avant) (1). La mesure du temps entre le départ du signal et l'arrivée de l'écho, divisée par 2, donnera la profondeur atteinte. Le tout ne prendra que quelques instants. Un sondage par 10.500 mètres (profondeur qui n'a jamais été trouvée encore) (2), durerait 14 secondes du départ du signal à l'arrivée de l'écho.

L'immense avantage du sondage par l'écho, en dehors d'autres que nous verrons, consiste donc dans la multiplication presque indéfinie des opérations, sans la crainte des accidents ou des retards toujours à redouter dans le sondage par fil. Un navire d'exploration fera aisément des milliers de sondages, là où autrefois on n'en faisait, à grand' peine, que quelques-uns.

Au point de vue de la réalisation des appareils, la difficulté principale a consisté dans l'exacte mesure d'intervalles de temps très petits, et cependant nécessaires à bien connaître, en particulier pour les sondages hydrographiques en eaux côtières. Une erreur de 1/500 de seconde ferait une différence de 3 m. entre l'aller et le retour, donc de 1 m. 50 sur le sondage. On peut se contenter d'appareils permettant des erreurs semblables pour les sondages en eaux profondes, mais non pour les sondages hydrographiques ; ce qui nous donne la raison d'être d'une technique séparée, qui semble du reste se préciser aujourd'hui (1), pour les appareils hydrographiques et pour les appareils scientifiques de sondage. De plus, pour éviter les erreurs personnelles des observateurs, il convient que l'enregistrement du départ et de l'arrivée du son se fassent d'une manière automatique ; les procédés autrement employés courent de trop grandes chances d'imprécision.

Les difficultés résultant de la mesure de très petits intervalles de temps dans les vibrations d'un train d'ondes sont aujourd'hui à peu près entièrement levées ; de nombreux appareils ont été construits et expérimentés depuis quelques années ; leurs résultats, contrôlés par l'emploi des anciens procédés de sondage, se sont montrés satisfaisants.

Dès 1905, l'ingénieur norvégien Berggraf avait imaginé un appareil qui resta, semble-t-il, sur le papier. En 1911-1912, le physicien allemand Alexandre Behm, de Kiel, poursuivit des expériences sur la mesure des profondeurs par l'intensité de l'écho. Mais c'est la guerre, et en particulier la guerre sous-marine, qui stimula cet ordre de recherches, à cause des efforts que firent les marines alliées pour découvrir, au son, la position des sous-marins allemands. L'étude de la transmission du son dans l'eau de mer prit un essor nouveau ; il devint possible de déceler la position exacte d'un corps solide dans l'eau, et cette technique s'appliqua à l'écho réfléchi sur le fond aussi bien que sur les autres corps.

Des appareils ont été construits, particulièrement en Angleterre, aux Etats-Unis, en Allemagne et en France. Les appareils anglais, d'après les renseignements que nous possédons, sont particulièrement rustiques et simples ; il en est de même des appareils construits en Allemagne, à Brême et à Kiel (*Behmlot* et *Atlaslot*). Les sondeurs américains sont fondés sur l'emploi des signaux sonores Fessenden et sur le mesu-

(1) Fig. 265.

(2) En mai 1927, selon les journaux, le croiseur allemand *Emden* a relevé 10.430 m. dans sa traversée del'île Célèbes à Nagasaki. Nous ne connaissons pas encore le point exact de ce sondage. C'est dans cette partie du Pacifique (fosse des Philippines) qu'avait été relevée la plus grande profondeur connue jusqu'alors (9.788 m.).

(1) Ainsi l'analyseur optique du sondeur ultra-sonore 1925 n'est gradué que jusqu'à 360 m.; il ne convient donc qu'aux sondages hydrographiques; mais un dispositif spécial, pour les grands fonds était à l'étude en 1926.

reur de temps mis au point en 1922 par le docteur Harvey C. Hayes sous le nom de *Sonic Depth Finder* ; ils ont déjà servi, non seulement à de nombreuses recherches de mises au point, mais à des applications pratiques que nous aurons lieu d'exposer.

Il n'entre pas dans le plan de cet article d'entrer dans les détails de construction de ces appareils et de les comparer les uns aux autres. Nous nous contenterons d'indiquer le principe de deux appareils français dont nous avons pu examiner quelques organes essentiels, le sondeur enregistreur de l'ingénieur hydrographe Marti, et le sondeur par ondes ultra-sonores de Langevin.

Les expériences commencées dès 1919 dans le voisinage de Cherbourg, puis dans le golfe de Gascogne, à bord du navire câblier *Charente*, où l'on obtint de bons résultats à 4.000 mètres de profondeur, furent continuées à bord des navires hydrographes *Alidade* et *Beautemps-Beaupré ;* elles conduisirent M. Marti à la construction d'un sondeur par détonateur avec enregistrement graphique qui a été décrit dans les *Annales hydrographiques* de 1923-1924.

L'appareil émetteur de détonation employé est simplement, jusqu'à 1.000 mètres de profondeur, un fusil de guerre raccourci, et pour les grands fonds un canon de 37 mm. dont la volée, comme le canon du fusil, est naturellement dirigée vers le bas. On voit la préoccupation du constructeur d'avoir pour les grands fonds une source sonore renforcée, ce qui peut expliquer par ailleurs son hésitation à admettre l'émetteur Langevin à vibrations ultrasonores, autrement dit non-audibles ; mais il ne va pas jusqu'au bruit, insupportable, paraît-il, de l'émetteur sonore Fessenden. Un microphone en ballast, fixé par un dispositif à l'intérieur du bâtiment et au-dessous de la flottaison, permet d'entendre le coup, puis l'écho sur le fond. Mais l'enregistrement de l'un et de l'autre ne dépend pas de l'oreille de l'observateur. Par l'intermédiaire d'un amplificateur électrique à quatre étages de lampes, le microphone actionne un oscillographe électromagnétique inscripteur, système Abraham, dont la plume-stylet inscrit deux crochets, correspondant au départ du coup et à l'écho, sur un enregistreur graphique, fait d'un cylindre de papier enfumé, tournant à une vitesse constante (un tour en quatre secondes) ; la mesure de l'écart des deux crochets donne donc le temps qu'a mis le son pour descendre et pour remonter, et par suite la profondeur.

Ce système ne permet de sonder que coup par coup ; mais, comme on l'emploie avec une vitesse très réduite du bâtiment et que les sondages peuvent se succéder très rapidement (selon M. Marti, deux par minute en moyenne), il présente des avantages à peu près aussi grands que ceux de l'enregistrement continu de la profondeur sous la quille, et permet tout aussi bien de tracer le profil du fond. Une seule feuille de papier peut enregistrer une vingtaine de sondages.

La simplicité et la *rusticité* relative de cet appareil rendent son emploi commode à la mer. Cependant, le nouvel appareil construit depuis par M. Marti réalise deux importantes modifications : 1° il substitue à l'émetteur par explosions un émetteur-récepteur électrique du type Langevin ; 2° l'enregistrement graphique se fait d'une manière continue, de façon à donner par la suite de ses indentations le profil du fond de la mer (1).

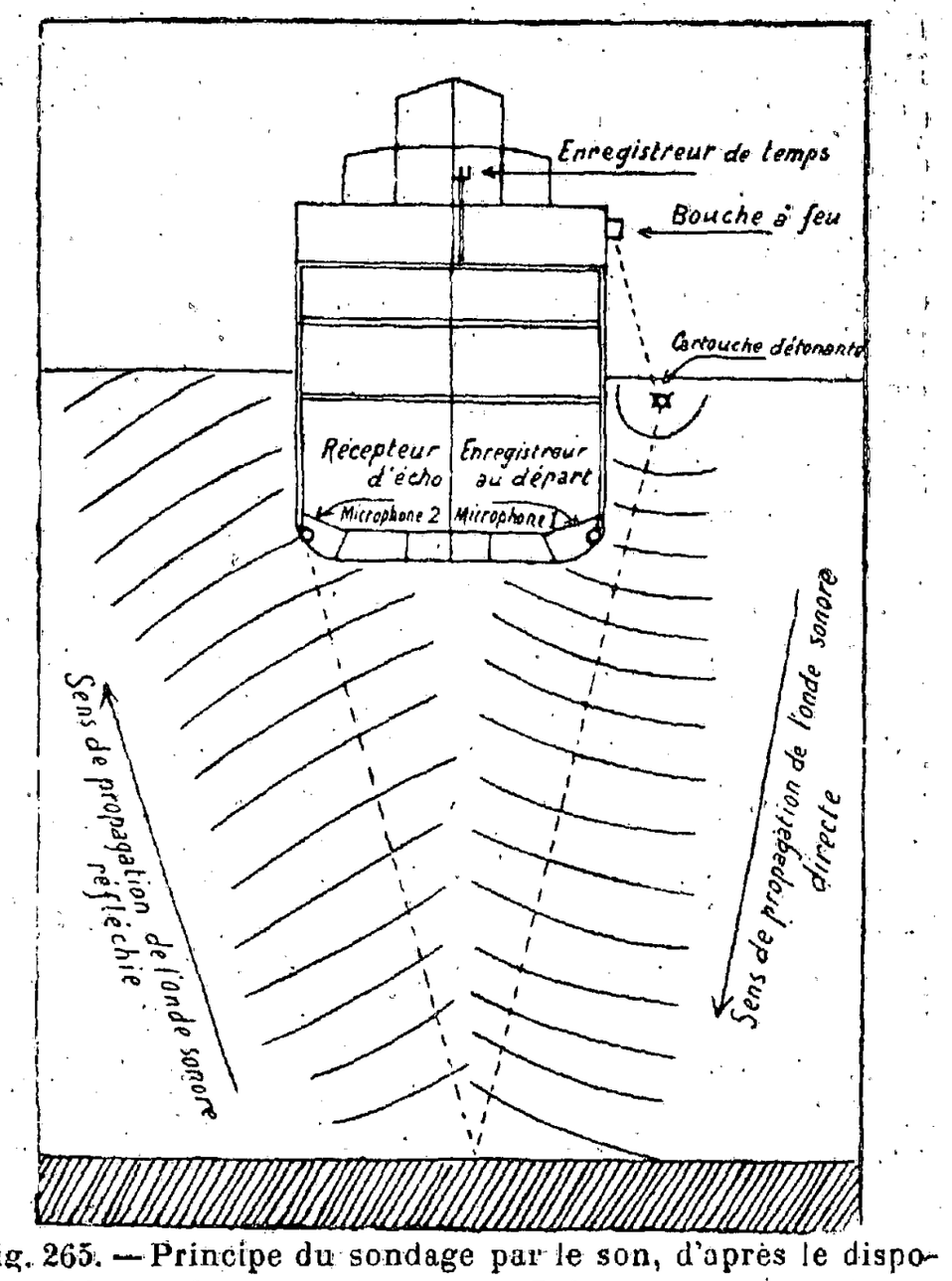


Fig. 265. — Principe du sondage par le son, d'après le dispositif du sondeur par détonateur Behm.

L'autre système français de sondage par l'écho utilise les vibrations ultra-sonores, non audibles par l'oreille humaine (de 40.000 à 100.000 par seconde). C'est l'appareil Langevin-Chilowsky, complété par l'analyseur optique Langevin-Florisson.

Les ultrasons sont produits au moyen du projecteur ou condensateur piézo-électrique de Langevin, constitué par une lame de quartz collée entre deux épaisses lames d'acier. Si on applique une différence de potentiel électrique

(1) C'est au moyen de cet enregistreur continu qu'ont été obtenus les profils reproduits par les fig. 266, 267, 268 et 269.

oscillante entre les armatures métalliques, ce qui se fait au moyen d'un émetteur à étincelles, la lame de quartz, par suite de ses propriétés piézo-électriques découvertes autrefois par Pierre Curie, se dilate et se contracte à la fréquence des oscillations. Ainsi se produisent des vibrations élastiques, ou ultra-sons, qui se communiquent aux armatures du condensateur et à l'eau en contact avec la face inférieure de celui-ci, l'appareil étant fixé sur la partie immergée de la coque du bâtiment. Les ultra-sons se réfléchissent au fond de la mer ; ils reviennent à l'appareil émetteur, qui est à la fois émetteur et récepteur et qui les transforme en oscillations électriques. Un amplificateur de réception détecte le signal, puis son écho sur le fond ; à la sortie de l'amplificateur est relié l'oscillographe de l'analyseur optique. Cet analyseur est constitué essentiellement par une plaque dépolie graduée, sur laquelle se déplace un point lumineux dont la vitesse égale la moitié de celle du son dans l'eau, puisque le train d'ondes parcourt deux fois la distance, et dont le mouvement sur l'échelle donne la profondeur. L'appareil étant en marche, l'analyseur donne la profondeur une fois par seconde. Le sondage peut se faire à partir de 4 m. et avec une erreur relative inférieure à 1/100. De plus, comme Langevin l'a expliqué en détail dans une conférence à ce sujet, le sondeur ultra-sonore permet une *émission d'ondes dirigée* exactement sur la verticale du bateau, et non en directions diffuses : nous aurons lieu de voir que c'est un avantage important. L'appareil a été utilisé avec succès, en 1925, par un navire hydrographe italien dans la Méditerranée. Il lui reste encore à subir l'épreuve du sondage par très grands fonds. Peut-il y avoir des vibrations ultra-sonores parasites gênant le fonctionnement de l'appareil ? La question a été soulevée devant moi, mais je n'ai aucun élément pour la résoudre.

II. — Conditions géographiques du sondage par l'écho.

Les exemples précédents montrent que la technique du sondage par l'écho est assez développée pour permettre d'escompter des résultats de précision.

D'abord, la position géographique du sondage peut être déterminée avec une approximation aussi serrée que possible. On se souvient que pour le sondage par fil des erreurs de deux sortes se totalisent : les premières proviennent du point qui ne peut être exact qu'à 1 mille 1/2 près : les secondes proviennent des courants aériens et marins qui font dériver le navire pendant l'opération. L'instantanéité du sondage par l'écho supprime la deuxième cause. La première subsiste seule, et même, avec des observations répétées destinées à des sondages rapprochés les uns des autres, on peut arriver à des recoupements qui permettent de la réduire encore.

A la précision dans la position s'ajoute, à première vue, quoique avec des restrictions dont nous parlerons tout à l'heure, l'exactitude du sondage lui-même en eaux profondes. On peut admettre que dans ces eaux, quand on sonde par fil, par suite de la dérive du navire pendant l'opération, il y a peu de chances pour que l'impact du plomb de sonde soit exactement sur la verticale du bateau : la longueur du fil déroulé est toujours supérieure à celle de cette verticale, et l'est d'autant plus que l'opération dure plus longtemps. Le sondage par l'écho, au contraire, donne, en principe, la mesure du temps de propagation du son le long de cette verticale, et par suite la profondeur exacte de la mer.

En revanche, le grand reproche fait au sondage par l'écho, au point de vue des recherches océanographiques, c'est qu'il ne permet pas de connaître la nature du fond, tandis que le sondeur par fil est toujours muni de tubes ou de cuillers qui ramènent, sur fond de gravier, de sable ou de vase, une tranche plus ou moins épaisse du sol sous-marin.

Mais, même à ce point de vue, il n'est pas encore prouvé que le sondage par l'écho soit dépourvu de toute valeur. Nous pouvons dire qu'à ce sujet il y a une question ouverte. Les essais ou les expériences à faire devront être suivis de très près. Les appareils, quels qu'ils soient, et quel que soit le fond ou-dessus duquel on les emploie, donnent toujours l'écho : il n'y a pas de cas où le sol sous-marin ne réfléchisse pas les vibrations sonores ou ultra-sonores. Mais on a observé que les échos sont tantôt nets, tantôt diffus. Les observateurs américains disent même qu'ils sont *souvent* diffus. On peut y ajouter la remarque, faite par M. Marti, que les différences d'intensité de l'écho sont notables : elles peuvent varier dans la proportion de 1 à 10. Les diffusions et les différences d'intensité de l'écho sont-elles en rapport avec la nature du plan de réflexion, c'est-à-dire du sol sous-marin ?

Le docteur Harvey C. Hayes admet que la distorsion de l'écho peut être due à un changement graduel de densité de la substance qui forme le fond marin. Autrement dit, les ondes sonores ne seraient pas réfléchies franchement comme elles devraient l'être sur un fond compact, mais d'une manière imparfaite qui se traduirait par la diffusion de l'écho. Toutefois, le docteur Hayes ne semble pas penser que cette imperfection puisse nous donner des indications sur la nature du fond .Tout au plus nous montre-t-elle, selon lui, que la sédimentation marine

actuelle ne forme qu'une couche très mince. « Le fait, dit-il, qu'il y a toujour écho, milite contre la conception *généralement admise* (admise par qui ? ce mot du docteur Hayes m'étonne), suivant laquelle le fond de la mer serait formé par une couche de dépôts vaseux, *épaisse de plusieurs centaines de pieds peut-être*, dont la densité irait en croissant lentement jusqu'au roc ». Jamais les océanographes sérieux n'ont admis de telles fantaisies, il n'est donc pas besoin que le sondage acoustique les réduise à néant. S'il ne peut nous dire autre chose sur la nature du fond, c'est comme s'il ne disait rien.

M. l'ingénieur hydrographe **Marti,** au contraire, pense, d'après les recherches qu'il a

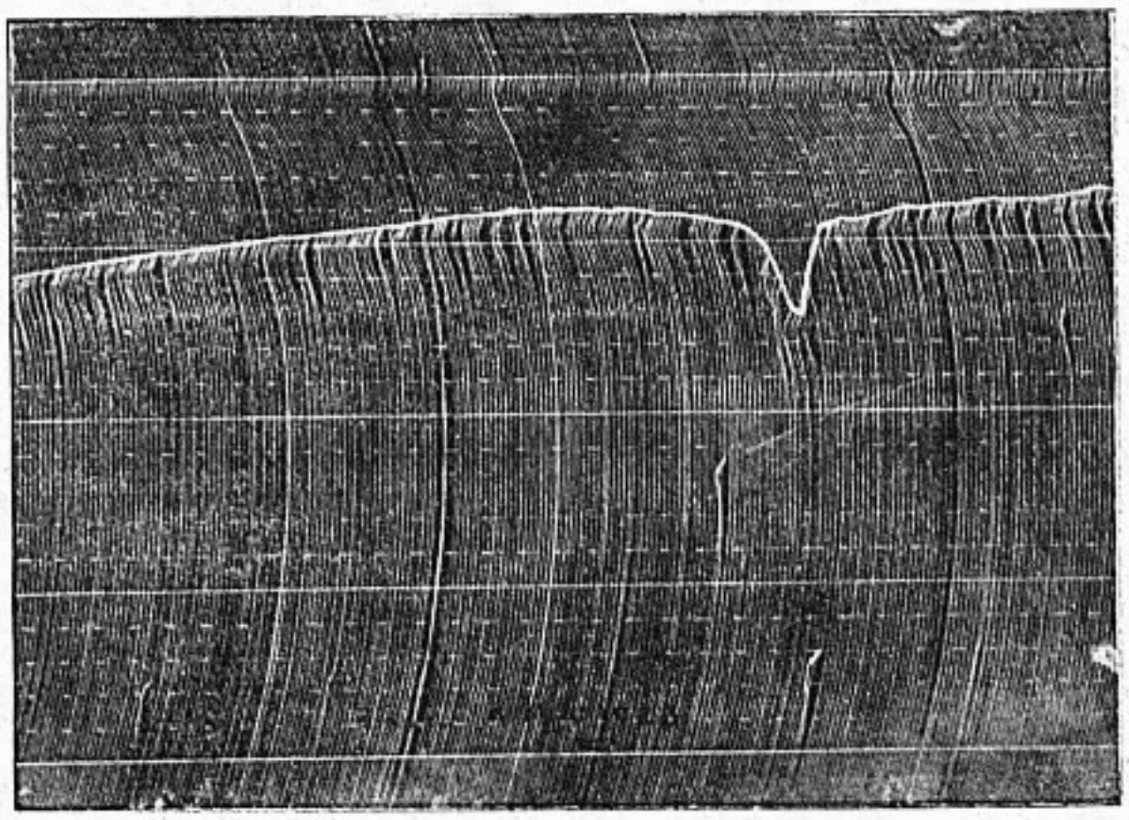


Fig. 266. — Côtes d'Algérie. Profil de la vallée sous marine de Bougie (Enregistreur Marti).

faites en Méditerranée, que les différences d'intensité de l'écho avec les ondes ultra-sonores, notamment, peuvent nous renseigner sur la nature des fonds, ou tout au moins, permettent de les diviser en deux classes, ceux faits de vases à demi-fluides, et ceux qui sont composés autrement. En effet, les différences d'intensité de l'écho sont très nettes quand on sonde les vallées sous-marines étroites, où ce sont toujours les boues et les vases fines qui dominent. Toutefois, il ne faut pas s'imaginer que, même dans ce cas, il y ait au fond de la mer une zone où, du liquide au solide, on passe par une transition graduée de boues en suspension dans les eaux de fond. Jamais pareille chose n'a été observée réellement nulle part. Les meilleurs sondeurs, comme le sondeur-bouteille Buchanan, donnent toujours une démarcation nette entre l'eau et le sol sous-marin. Ce qui a pu parfois donner l'illusion du contraire, ce sont sans doute des tubes-sondeurs ne tombant pas normalement sur le fond, troublant l'eau, et agitant les vases ou les sables avant de s'y enfoncer.

D'autres considérations sont plus importantes pour une mise au point complète du sondage acoustique. La première concerne la vitesse de transmission du son, qui varie avec les caractères physiques du milieu marin ; ces variations atteignent une assez grande amplitude avec les sondages en eaux profondes. Une valeur approchée et en chiffres ronds comme celle de 1.500 m./sec. ne peut suffire pour tous les sondages de précision.

Lors des premières études sur la transmission du son faites dans le lac de Genève, on trouva une valeur de 1.435 m./sec. Les observations faites dans les eaux marines conduisirent à des chiffres supérieurs, même dans les eaux de surface, et l'on s'aperçut que la vitesse du son croissait avec la pression ; elle augmentait donc en profondeur.

Cette observation s'accordait avec les conditions théoriques exprimées par l'équation de Newton :

$$V = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho}}$$

V étant la vitesse, ε l'élasticité du milieu, ρ la densité ou poids spécifique. L'élasticité s'exprime par le rapport entre l'accroissement de pression appliquée au milieu et la diminution correspondante du volume exprimée en fraction du volume initial. Les éléments essentiels de ce calcul, qui sont le volume spécifique et le poids spécifique, et qui sont l'inverse l'un de l'autre, sont donnés en fonction de la profondeur par des tables, selon la méthode hydrodynamique de Bjerknes et de Sandström (*Dynamic Meteorology and Hydrography* publié par l'Ins-

titution Carnegie, Washington). Aux Etats-Unis, il parut possible de dresser, d'après ces tables, un graphique des vitesses du son.

Mais d'autres facteurs interviennent, qui sont la salinité et la température. La salinité n'est point en rapport constant, ni avec le volume, ni avec le poids spécifique : théoriquement plus faible à mesure que s'accroît le premier, plus forte à mesure que s'accroît le second, elle a ses courbes d'oscillation à elle ; la vitesse du son croît à mesure qu'elle croît elle-même. C'est la même chose pour l'accroissement de la température : le son va plus vite en eaux tièdes qu'en eaux froides. Comme la température diminue à peu près régulièrement en profondeur, nous avons là un facteur qui joue en sens inverse

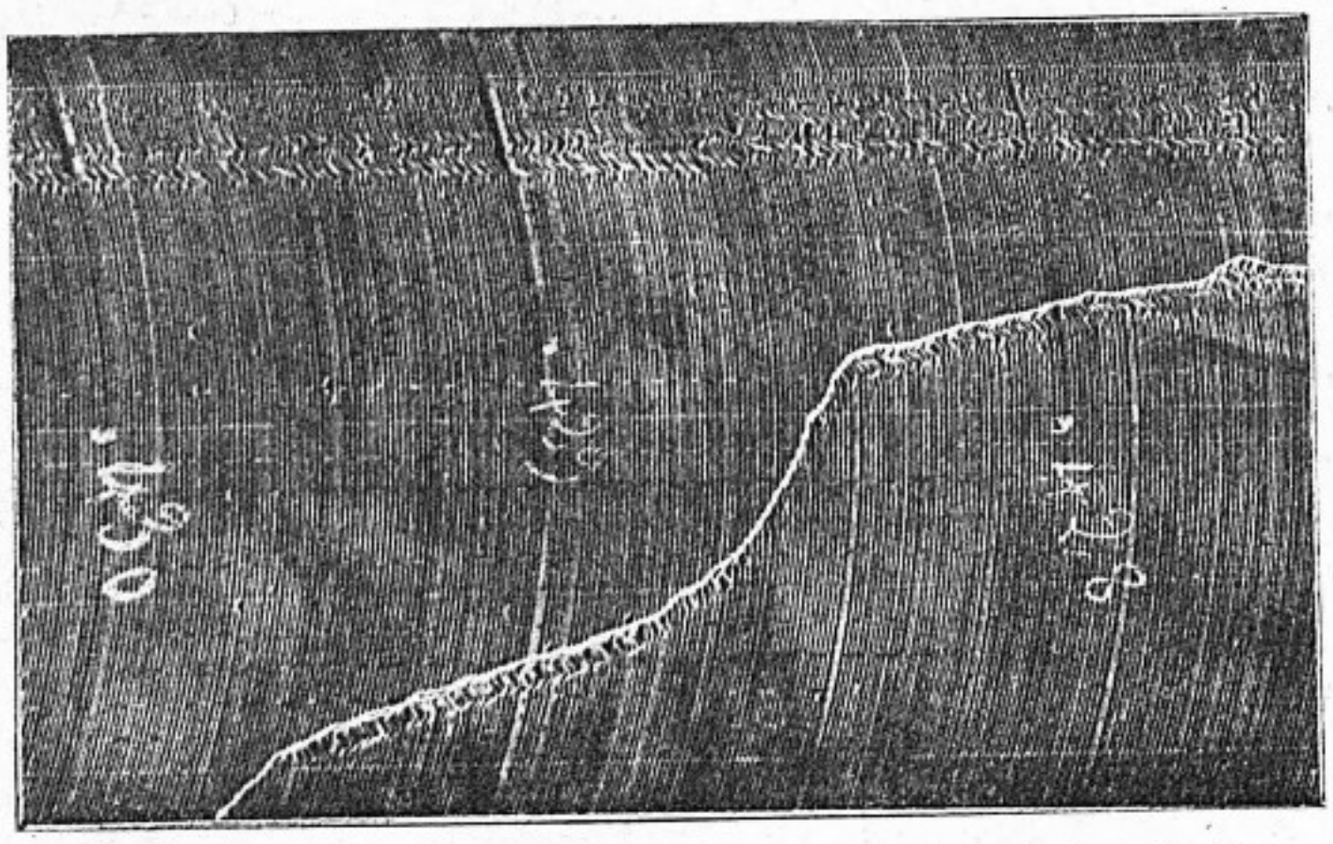


Fig. 267. — Talus sous-marin sur la côte d'Algérie (Enregistreur Marti).

des autres, bien que d'une manière infiniment moins puissante que la pression, qui demeure le facteur principal.

Il n'en est pas moins vrai, comme l'ont reconnu les observateurs américains : 1° qu'il est impossible de dresser des tables de transmission du son en vertu de la profondeur seule ; 2°) qu'il y a lieu de tenir compte des corrections de température et de salinité ; 3°) que les vitesses calculées doivent être confrontées, pour vérification, avec des observations directes. Ainsi l'a fait le bateau américain *Guide* dans sa croisière de 1923, où il a utilisé des vitesses calculées de 1481 m./sec. à 1538 m./sec., et où, pour 44 déterminations directes par fil, le pourcentage moyen des différences entre la vitesse mesurée et la vitesse calculée n'aurait été que de 0,2 o/o.

De son côté, M. l'ingénieur hydrographe Marti a établi un diagramme de vitesse calculée dans une eau de *salinité moyenne* (ce qui veut dire, je crois, 32,35 o/oo). Les arguments du diagramme sont la température moyenne de l'eau et la profondeur approximative du sondage. M. Marti trouve ainsi des valeurs allant de 1470 m./sec. à 1540 m./sec. L'amplitude de variation, sur les tables américaines, est encore supérieure. Aux valeurs du diagramme de M. Marti, il faut ajouter une correction de salinité.

Quelle que soit l'exactitude de ces calculs, on voit qu'ils comportent d'abord des observations en profondeur (température, salinité). De telles observations ne peuvent se faire qu'au moyen des bouteilles à eau et des thermomètres attachés au fil d'acier des sondeurs ordinaires. On se trouve donc, semble-t-il, en présence d'un cercle vicieux : le sondage par fil nécessaire, non seulement *après* le sondage par écho, comme contrôle, mais *avant*, pour le rendre exact.

En réalité, pour les sondages en eaux profondes, le problème n'est pas si complexe qu'il le paraît. L'observation prouve qu'au large, sur de vastes étendues, les conditions physiques varient très peu d'un endroit à l'autre en surface, et encore moins en profondeur. Il suffit de déterminer, sur un point bien choisi, des valeurs moyennes, pour qu'elles soient applicables à une zone plus ou moins grande. Il convient d'appliquer ici la méthode et le cadre géographiques de la *région*, plus malaisée sans doute à définir sur l'Océan que sur les continents ; mais on peut y arriver tout de même. Une seule station océanographique pourra suffire pour des sondages portant sur cinq à six degrés en latitude, et davantage en longitude. Ce n'est que sur les zones de lisière où se rencontrent les grands courants de surface, et où les diversités

sont un peu accentuées en profondeur, qu'il conviendra d'avoir des déterminations un peu plus nombreuses.

Enfin, une dernière considération importante, d'ordre géographique, consiste dans la nature plus ou moins accidentée du relief sous-marin. Lorsque les accidents de ce relief sont peu accentués, comme il arrive souvent, mais d'une manière bien moins générale, sans doute, qu'on ne le croyait naguère, le train d'ondes du sondeur se réfléchit au fond sur la verticale du bateau, et donne la profondeur sur ce point. Mais lorsque les accidents du relief sont *très* accentués, les choses peuvent se passer autrement.

Pour tout émetteur d'ondes à propagation sphérique (ce qui est le cas de toutes les ondes utilisées en dehors des vibrations ultra-sonores), la réflexion au fond se fait, non sur un point ni sur un cercle de petit rayon, mais sur une zone plus ou moins étendue, et de plus en plus étendue à mesure que la profondeur est plus grande. Si dans cette zone se trouvent des surfaces de profondeur moindre que celle de la verticale du bateau, si petites qu'elles soient, ce sera sur elles que se réfléchira le son, et le temps indiqué par les enregistreurs sera moindre que celui que donnerait la profondeur vraie cherchée. Il y aura donc une erreur inverse de celle que donnent d'habitude les sondages par fil : elle sera de l'ordre du *moins*, au lieu d'être de l'ordre du *plus*. Cette inexactitude a paru négligeable à certains, en raison de la faiblesse habituelle des déclivités sous-marines. En fait, lorsque l'on sonde dans certaines zones où l'allure du fond est la même que celle des grandes plaines terrestres, comme le plateau télégraphique entre l'Irlande et Terre-Neuve, il paraît inutile de s'inquiéter des erreurs de pente ou de faire des corrections de pente. Mais il n'en est pas de même dans toute l'étendue des mers ; il se peut que les progrès mêmes du sondage acoustique nous fassent constater que les pentes déclives sont plus nombreuses qu'on ne pensait, dans beaucoup de fonds regardés autrefois comme peu accidentés. Plus les accidents seront marqués, plus les chances d'inexactitude grandiront ; il est même possible que certaines fosses étroites des fonds sous-marins échappent totalement aux sondages acoustiques ordinaires.

Le professeur allemand Maurer a étudié spécialement cette question à propos des sondages de l'expédition du *Meteor* au sud de l'Atlantique ; ces sondages ont été faits avec les appareils à émissions sonores construits à Brême et à Kiel. Les pentes trouvées sur quelques-uns des itinéraires ou *profils* du *Meteor* ont été reconnues bien plus accentuées qu'on ne s'y attendait ; la question s'est posée si, à certains relèvements ou affaissements brusques du fond, les inégalités réelles n'étaient pas encore supérieures à celles que l'on relevait. Maurer a montré que dans le cas d'une pente très déclive de 50 o/o, celle que peut donner une falaise sous-marine, la profondeur d'écho pour le bas de la pente était inférieure de 11,7 o/o à la profondeur vraie, en raison de la réflexion du son sur les pentes supérieures, et que même si le sol redevenait horizontal ensuite, on constaterait encore, sur une longueur équivalente à la moitié de celle allant du haut en bas de la falaise, des erreurs décroissantes à mesure qu'on s'éloigne de celle-ci. Il pourrait même arriver que des ravins très étroits et aux pentes abruptes ne seraient pas décelés du tout par le sondeur acoustique.

Assurément, les conditions théoriques où s'est placé Maurer sont bien rarement réalisées ; les pentes très déclives sont fort rares, les ravins très étroits encore plus. Pourtant, ces accidents

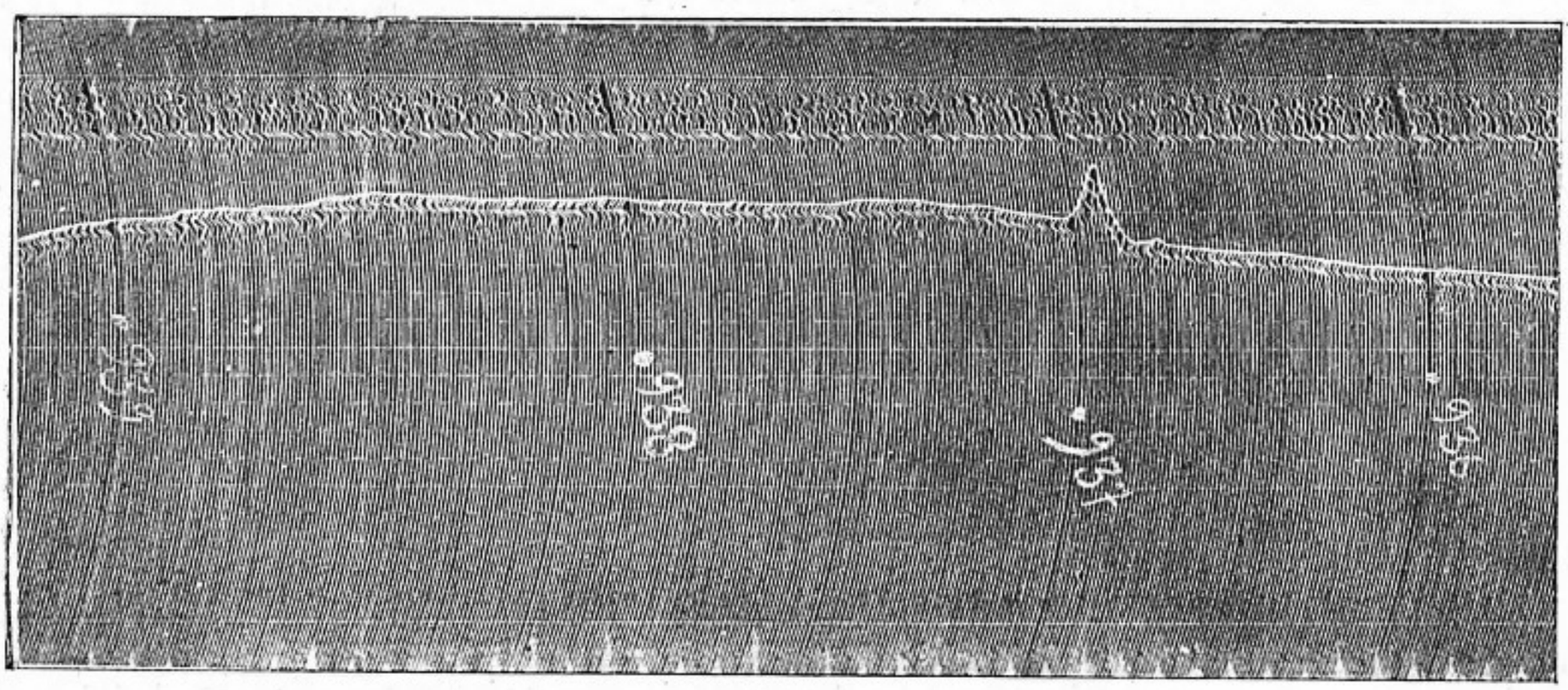


Fig. 268 — Aiguille rocheuse isolée sur le banc de la Galite, Tunisie (Enregistreur Marti).

de relief ne sont pas inexistants : les profils transversaux en auges glaciaires des chenaux de la Terre de Feu ont rendu à peu près inutiles les sondages par écho du *Meteor* dans cette région. D'autre part, des creux de moindre importance peuvent être encore fort sensibles, lorsqu'on tente d'établir des levés de précision hydrographiques ou océanographiques. Il y aura donc des cas où le contrôle au moyen du sondage par fil deviendra nécessaire. Il s'imposera pour les fonds très accidentés, comme pour les régions de contrastes accentués halino-thermiques.

Les inexactitudes provenant de l'inégalité du fond n'existent pas, comme l'a montré Langevin, pour le sondeur ultra-sonore à usage hydrographique ; elles n'existeront pas davantage pour le même sondeur adapté aux grands fonds. En effet, le pinceau ultra-sonore, en raison de la faible longueur de ses ondes par rapport au diamètre de l'ouverture, n'affecte qu'un très petit cercle sur le fond, autour de la verticale du navire : l'émission est réellement dirigée le long de cette verticale, c'est donc la profondeur au-dessous du navire qui est toujours indiquée. Sur la route du bateau les plus légers accidents n'échapperont pas ; les relèvements ou les abaissements brusques du fond n'échapperont pas davantage, d'autant plus que le fond peut être *palpé*, pour ainsi dire, toutes les secondes. C'est là que se fait sentir la vraie supériorité des ultra-sons sur les autres émetteurs sonores, s'il n'y a pas d'ultra-sons parasites et si la méthode se révèle applicable jusqu'aux plus grandes profondeurs.

III. — Premiers résultats géographiques en eaux profondes.

Dans les principaux pays, les appareils acoustiques ont déjà été utilisés pour les sondages hydrographiques ; les cotes obtenues ont été reportées sur les cartes marines ; le nombre de ces cotes permettra, sous peu, de tracer les isobathes, sur les cartes des petits fonds, avec plus de sûreté et en plus grand nombre qu'on ne l'a fait jusqu'ici. Parmi les zones littorales ou de mers secondaires explorées à ce point de vue, je citerai les côtes des Etats-Unis, la Baltique, la Mer du Nord et la Méditerranée.

Les sondages géographiques au large, en eaux profondes, sont encore peu nombreux ; plusieurs n'ont été faits qu'à titre d'essai ou d'expérience ; quelques-uns ont eu un caractère utilitaire, comme la ligne de sondages au son faite par la marine française, en avril 1922, pour la pose d'un câble entre Marseille et Philippeville.

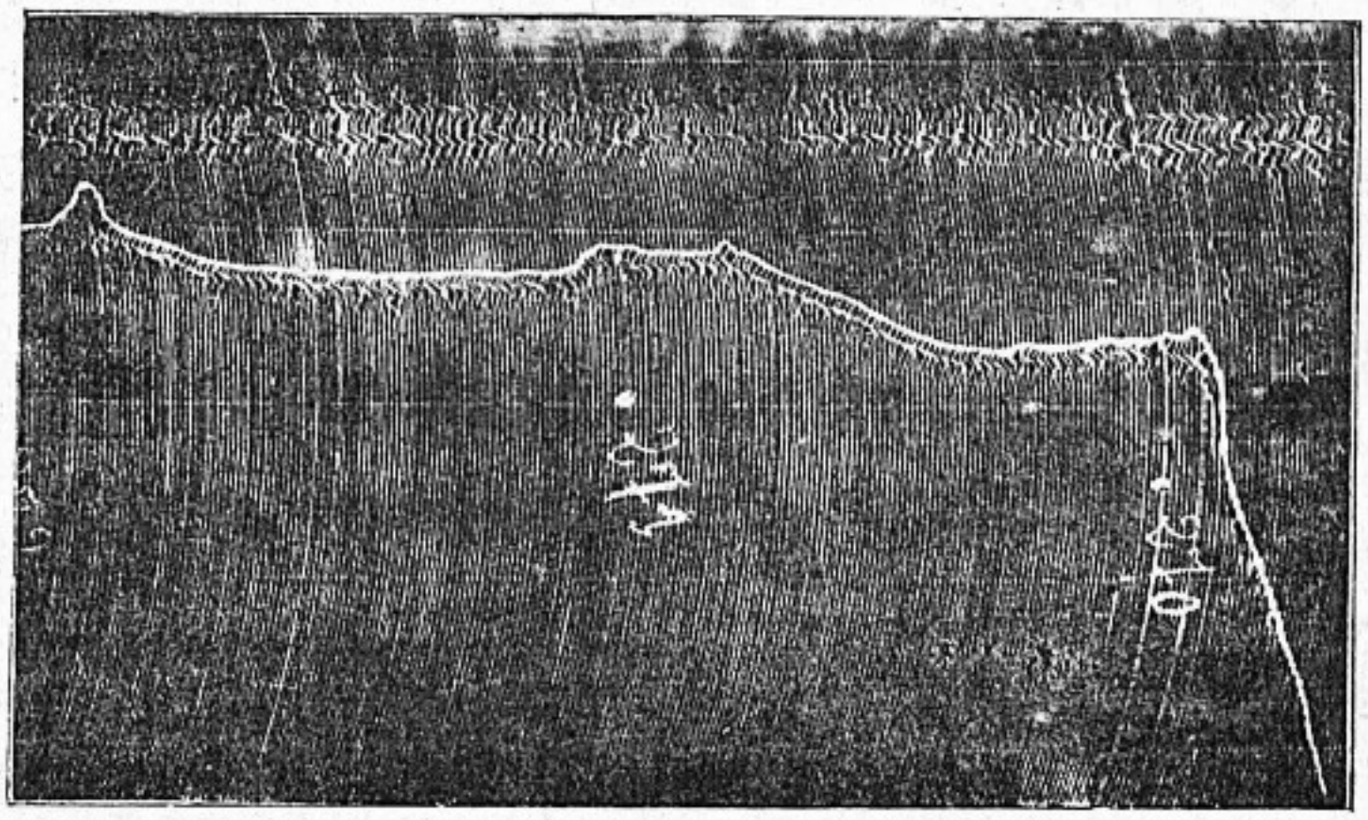


Fig. 239. — Chute du banc de la Galite, Tunisie, vers les grandes profondeurs. (Enregistreur Marti).

Les grandes lignes de sondage au son à travers l'Océan connues jusqu'ici ont été tracées par les bateaux des Etats-Unis et de l'Allemagne.

Le bateau américain *Stewart* a établi en 1922 une ligne de sondes à travers l'Atlantique, de Newport à Gibraltar, et une autre dans la Méditerranée, de Gibraltar à Port-Saïd. Si dans l'Atlantique les données obtenues ont concordé d'une manière générale avec celles que l'on connaissait, il n'en a pas été de même en Méditerranée, entre Gibraltar et le détroit de Sicile. Ici les fonds présentent de nombreux accidents qui avaient échappé au sondage par fil, et la carte nécessite une importante revision. Cela a été pleinement confirmé par les recherches ultérieures des navires hydrographes français, au large de Bône et de Bizerte et aux environs de La Galite (1).

Un autre travail des Américains présente plus

(1) Voir les fig. 266, 267, 268 et 269 reproduisant des profils obtenus au moyen de l'enregistreur Marti.

d'intérêt encore, parce qu'il a été fait non sur une ligne, mais sur toute une zone méthodiquement parcourue d'isobathe en isobathe. A la fin de 1922, les bateaux *Corry* et *Hull* ont exécuté un levé par sondage acoustique sur la côte de Californie, entre San-Francisco et Point Descanso au Mexique, de la ligne de 100 fathoms (183 m.), à celle de 2.000 fathoms (3.660 m.) : 5.000 sondages sur 34.000 milles carrés. On a noté un nombre surprenant de pentes très déclives, de falaises élevées et de ressauts de terrain. Ces résultats, reportés sur la carte 5194 du Service hydrographique des Etats-Unis, donnent un relief ausi accidenté que celui de la région montagneuse la plus déchiquetée. Ce qui présente d'autant plus d'intérêt, qu'il s'agit d'une zone d'instabilité de l'écorce terrestre, où le sondage acoustique permettra de noter les changements de la topographie sous-marine.

La campagne du bateau américain *Guide*, à la fin de 1923, de New-York à San-Francisco par le canal de Panama, n'eut pas autant de résultats, car elle fut surtout consacrée à l'essai des appareils et aux vérifications du sondage par fil.

Les plus longs itinéraires de sondage par le son connus jusqu'ici sont ceux du bateau allemand *Meteor* dans l'Atlantique austral (1925-1926). Ils nous ont donné, dans cette région peu connue, sur cinq lignes généralement dans le sens des parallèles, 28.000 sondages, là où il n'y en avait que deux ou trois centaines en eaux profondes. Nous avons consacré à cette exploration une étude spéciale (*Annales de l'Institut Océanographique*, fasicule I de 1927).

La construction de la carte topographique des fonds sous-marins, par les nouveaux procédés, sera encore une œuvre longue et ardue. Elle demandera beaucoup de temps et d'argent ; elle ne pourra aboutir que par une organisation internationale de l'exploration, d'autant plus difficile à réaliser qu'il n'y a aucun but utilitaire en vue, même pas la pose de nouveaux câbles aujourd'hui peu fréquente. Pendant bien des années, nous devrons nous contenter d'itinéraires de sondages plus ou moins distants les uns des autres. Mais sur ces itinéraires les cotes de sondes seront bien plus nombreuses et bien plus rapprochées qu'avec le sondage par fil : elles donneront, sur le chemin parcouru, un profil exact du fond. Le rapprochement des profils permettra de construire des cartes avec des interprétations de moins en moins hypothétiques à mesure que la densité des profils augmentera, jusqu'au jour où ils seront assez nombreux pour servir à des levés de précision.

Camille VALLAUX.

L'ACTION PHYSIOLOGIQUE ET LA THÉRAPEUTIQUE DANS LA GUERRE DES GAZ DE COMBAT

Certains Allemands, répondant aux protestations qui se sont élevées des quatre coins du monde civilisé contre leur chimie meurtrière, ont prétendu qu'elle était une façon humaine de précipiter la fin de la guerre.

Une récente communication à l'Académie de médecine, par le docteur Dopter, permet de mesurer la grandeur du mal. Il a consigné dans des tableaux suggestifs les résultats. Nous voulons en retenir les seuls chiffres suivants qui indiquent la durée du temps qui s'est écoulé entre l'atteinte et la récupération :

0/00 rentrés dans les 30 jours,
13 o/o entre 30 et 45 jours,
35 o/o entre 45 et 60 jours,
17 o/o après 60 jours.

Parmi ces 65 o/o de récupérés, un tiers présentaient encore des troubles divers et un état général précaire.

Hélas ! aujourd'hui, dans la paix, cet humanitarisme (?) de l'Allemagne commence à avoir une triste répercussion que l'on ne peut encore évaluer : les ypérités, notamment, payent un lourd tribut à la maladie et à la mort.

On apprendra par l'étude qui suit, quelle criminelle entreprise fut, en réalité, cette guerre des gaz et la responsabilité que les initiateurs encourent devant l'histoire (1).

I. — L'ACTION PHYSIOLOGIQUE DES GAZ.

Action des gaz suffocants. — L'action physiologique des gaz suffocants, à part les cétones bromées et la chloropierine, est très limitée sur les conjonctives, mais plus considérable sur les voies respiratoires. Dans la circulation, ces gaz déterminent de la bradycardie jusqu'à arrêt complet du cœur. Celui-ci se ralentit, la pression artérielle s'élève, l'hypertension parfois persiste assez longtemps et joue un rôle important dans l'œdème pulmonaire, avec vomissements alimentaires et bileux au début de l'atteinte.

Les effets respiratoires varient suivant qu'ils intéressent les voies supérieures ou les voies profondes.

(1) Il ne nous est pas possible d'indiquer les sources qui ont servi de base à notre étude. Nous avons consulté et dépouillé environ 800 articles que nos lecteurs trouveront dans les revues médicales de tous les pays.

D'après M. André Mayer, les suffocants provoquent, dans les voies supérieures, un réflexe d'arrêt en expiration, la glotte se ferme, il y a contraction des bronches et suspension de l'action des muscles respiratoires. Dans les voies profondes, le réflexe produit de la polypnée. De l'antagonisme de celle-ci et de l'arrêt respiratoire, il résulte une suffocation qu'une concentration de gaz au 1/30.000 suffit à provoquer.

L'origine du réflexe d'arrêt respiratoire est dans les terminaisons sensibles du trijumeau ; celle de la polypnée dans les fibres centripètes pulmonaires du pneumo-gastrique.

L'affinité des suffocants pour les fosse nasales, la trachée et les bronches est très modérée. Elle se traduit par la toux et de vives douleurs thoraciques. Ils produisent au niveau des alvéoles pulmonaires une véritable corrosion des tissus.

Tandis que l'action chimique se manifeste entre une heure et vingt-quatre heures, l'action réflexe est immédiate.

La brûlure interne des alvéoles provoque de l'œdème pulmonaire, avec râles humides fins dans les poumons, cyanose intense et rejet par la bouche et le nez d'écume rosée caractéristique. L'œdème se produit d'abord en nappe, en bloc ensuite. Les efforts musculaires tendent à augmenter la transsudation du liquide d'œdème, alors que les mouvements respiratoires actifs, qui accompagnent les efforts, drainent le liquide vers les cavités.

Ce liquide peut atteindre un litre. Sa composition est voisine de celle de la lymphe sans être toxique, mais agissant mécaniquement avec de nombreux polynucléaires qui participent, sans aucun doute, en cas d'évolution favorable, à la résorption.

En même temps que l'inondation des alvéoles, les vaisseaux pulmonaires sont congestionnés. Il y a thrombose des capillaires bloquées par l'amas des globules rouges. Le sang appauvri par l'œdème, se concentre dans des proportions considérables. Les bronches subissent une concentration spastique avec asthme bronchique. L'obstacle opposé au courant sanguin dans la traversée du poumon produit de la dilatation cardiaque et du retentissement du second ton. Une thérapeutique par l'oxygène en a raison.

Ces perturbations provoquent une accumulation insolite de CO^2 qui excite les centres nerveux avec déficit d'oxygène. On constate des spasmes des muscles volontaires (convulsions) de la vasoconstriction généralisée avec hausse de tension artérielle, de l'inhibition cardiaque tendant à combattre l'hypertension, de l'excitation du centre respiratoire et de la polypnée. Les sujets deviennent des agités, des dyspnéiques, des cyanosés. Ce manque d'oxygène entraîne une paralysie des centres nerveux identique à la narcose. Si les sujets atteints sont calmes, le péril est plus grand ; la dyspnée est absente s'il y a dilatation cardiaque et tachycardie. L'administration d'oxygène rend l'activité au centre nerveux, accélère la respiration et ralentit le cœur.

Dans de rares cas, il y a eu mort sur le champ de bataille par syncope cardiaque, suite d'une inhibition vagale du cœur en présence d'une concentration toxique élevée ; l'œdème pulmonaire était foudroyant. Mais souvent cet œdème mettait quelques heures à se compléter. Il n'était possible qu'après 24 heures de se prononcer sur la gravité du cas.

On a constaté par l'abondance de l'écume rosée dans la bouche et les fosses nasales une évolution de l'état avec succession d'asphyxie bleue, agitation, dyspnée et stase veineuse, puis le type gris, calme narcotique, le plus dangereux conduisant à la mort par arrêt respiratoire. L'état du cœur influençait le plus ce pronostic : tout cœur incapable de répondre à l'effort était condamné ; l'agité, le cyanogétique, le dyspnéique, couvert de sueur froide, dont le cœur était robuste, résistaient à la crise.

Si la mortalité a été très élevée, la thérapeutique vigoureuse a sauvé bien des vies. On observait, deux à quatre jours après l'intoxication, un ralentissement du pouls, de la pression artérielle, l'atténuation de la cyanose ; la dyspepsie se calmait, le liquide œdématique cessait de refluer sous forme d'écume jusqu'aux lèvres. Alors le malade éprouvait une impression de bien-être, sans que tout danger soit écarté par la possibilité de complications infectieuses du côté du poumon, excellent terrain pour la pneumonie, la broncho-pneumonie et la gangrène pulmonaire.

L'action des gaz vésicants. — Parmi ces gaz, l'ypérite fut le plus dangereux ; l'on ne compte pas ses victimes dans le passé et celles dont on déplore la mort chaque jour.

C'est plusieurs heures après l'atteinte, parfois après quelques jours, que les premiers symptômes se manifestaient au niveau des yeux, de la peau et dans les voies respiratoires. Le gaz pénétrait dans les tissus à la faveur de sa solubilité dans les lipoïdes. Ses manifestations comportaient des brûlures, une action oculaire et sur les voies respiratoires, enfin, une action toxique générale.

Les brûlures du premier degré présentaient un érythème diffus qu'une thérapeutique appropriée faisait disparaître tout en laissant des traces durables d'une pigmentation brun-noirâtre ; celui de la face prenait souvent une coloration lie de vin.

Avec les brûlures du second degré, on constatait de l'érythème avec phlyctènes parfois très étendues et très douloureuses sur le tronc et les membres. Leur traitement durait plusieurs semaines. Des complications étaient à redouter sous forme de suppuration et d'érysipèle. Ces phlyctènes ressemblaient à celles des brûlures par agents thermiques : soulèvement en masse

de l'épiderme et œdème du derme avec liquide spontanément coagulable *in vitro* sans éosinophiles.

Les brûlures du cuir chevelu et des régions pileuses de la face, présentaient une exsudation cireuse abondante qui transperçait les pansements et, en se concrétant, ressemblait aux croûtes d'impetigo. Les premières guérissaient rapidement.

La guérison des brûlures du fourreau de la verge était d'une lenteur presque désespérante. Celles dues au contact avec le toxique ou avec des objets aspergés par le gaz (creusement des tranchées, réparations de fils téléphoniques, etc., ou la recherche d'objets sur le champ de bataille, étaient moins dangereuses. Ces organes se contaminaient surtout au moment de la miction, par le contact de mains souillées. On pouvait confondre avec le diagnostic d'une syphilis primaire. On a noté aussi du phimosis, du paraphimosis et des engorgements ganglionnaires.

Les brûlures du troisième degré, assez rares, étaient dues au contact prolongé du toxique à l'état liquide. Elles formaient des escharres noirâtre qui s'éliminaient plus ou moins tardivement. Certaines de ces brûlures, par leur étendue, provoquèrent la mort.

Les projectiles liquides déterminèrent le plus souvent une action sur les paupières. Entre trois heures et trois jours, apparaissaient de l'œdème des paupières, de la blépharite, de la conjonctivite intense, de l'injection conjonctivale et périkératique, de la congestion de l'iris avec myosis, du chémosis prononcé, un larmoiement abondant, de la photophobie intense avec une vive douleur. La cornée devenait opaque par dissociation des différentes lames cornéennes ; une desquamation de l'épithélium cornéen et, parfois, des ulcérations de la cornée fort heureusement superficielles, de la dacryocystite, de la chlororétinite (rare).

Souvent les ypérités étaient frappés de cécité passagère : les yeux étaient clos, tuméfiés, tournés vers le sol. Le blépharospasme était énergique ; l'écartement des paupières, pénible et malaisé, laissait apercevoir, en leur centre, de la conjonctivite tuméfiée ; le globe oculaire présentait l'aspect d'un gros bourgeon d'un rouge très vif.

Cet état durait peu. Le larmoiement se transformait souvent en sécrétions muco-purulentes ; la sécrétion liquide du début disparaissait, puis réapparaissait. L'œdème cédait devant la thérapeutique et la congestion diminuait. Les lésions cornéennes, sous forme de taies, étaient rares.

Après cette amélioration rapide, il persistait souvent du larmoiement, de la photophobie, résidus de l'injection conjonctivale. La durée de la convalescence était en rapport avec la persistance d'une hypersthénie limitée à la conjonctivite palpébrale, à l'exclusion de la conjonctivite bulbaire parfaitement blanche.

L'hypersthénie conjonctivale, dans les cas graves au début, offrait une rougeur répartie sur la surface de la conjonctivite. Dans les cas bénins, elle offrait ou de l'hypersthénie moyenne, transversale, parallèle à la fente palpébrale, les parties supérieures et inférieures du globe oculaire étant indemnes, ou la partie supérieure étant seule indemne et l'injection s'étendant à la moitié inférieure de la conjonctivite bulbaire. Dans le premier cas, le toxique agissait sur les yeux ouverts ; dans le second cas, lors du sommeil, il agissait sur les yeux fermés en franchissant une fente palpébrale plus ou moins fermée.

En résumé, les lésions oculaires rendaient momentanément inaptes les hommes qui en étaient atteints. Une convalescence assurait le rétablissement. Les lésions définitives, aptes à diminuer la vue, étaient peu fréquentes.

Les ravages sur les voies respiratoires étaient assez considérables. La broncho-pneumonie agissait avec retard. Ce n'est qu'après 24 heures, même 48 heures, que les premiers râles sibiliens se révélaient à la base des poumons. Le pronostic plus sombre apparaissait dans les deux ou trois jours suivants. La bronchite envahissait le poumon ; par endroits des îlots de broncho-pneumonie perçaient ; ils étaient reconnaissables au souffle, à la matité, aux râles crépitants, à l'expectoration des débris fibrineux cylindriques qui reproduisent un moule interne des bronches de gros calibre.

Les lésions pulmonaires marquaient une préférence pour le poumon droit. Leurs symptômes s'aggravaient par l'élévation de la température, affectant des oscillations vespérales et l'accélération du pouls s'affaiblissait. Vers le 8e jour, la pression artérielle s'abaissait, avec parfois, une défaillance cardiaque. Ces cas avaient une terminaison fatale par asphyxie par lente obstruction du poumon, l'envahissement de l'œdème, une cyanose du visage et des extrémités et la faiblesse du cœur.

La tardive déclaration de la bronchite pouvait diminuer l'étendue et la gravité de la bronchopneumonie : une thérapeutique énergique en avait raison.

Des complications n'étaient pas impossibles, notamment l'abcès pulmonaire (Clerc-Ramond et Guillaume en constatèrent 7 cas sur 672 ypérités). Mais le toxique n'avait qu'un rôle occasionnel, le pus contenant des streptocoques, coli, anaérobies, etc.

Les voies supérieures n'échappaient pas aux atteintes. L'ypérite y provoquait de la trachéite et de la laryngite, une rhinite violente avec epistaxis répétées, des ulcérations de la muqueuse avec sécrétion jaune-safran à odeur piquante affectaient le nez. La laryngite était souvent rebelle et laissait une raucité à la voix.

En résumé, l'hypérite était un danger pour les bronches. Leurs lésions ouvraient la porte à l'infection ; l'œdème pulmonaire survenait après une semaine, parfois moins, précédant la mort imputable à une conséquence lointaine. C'était un toxique général, d'une action modérée mais agissant sur le cœur, sur le tube digestif et formant des sécrétions et du métabolisme.

Son intoxication était également évidente chez les animaux par ses manifestations neuro-musculaires. A fortes doses, des crises convulsives commençaient par la face, s'étendaient ensuite aux membres et à la paroi abdominale. Cette intoxication affectait parfois une forme épileptique avec raideur des membres inférieurs. Chez les hommes, les effets convulsivants étaient rares, alors que l'action cardiaque était commune, comme les vomissements, les coliques, la diarrhée, l'amaigrissement. L'élévation de température ne se constatait qu'en cas d'accidents pulmonaires. Enfin la tachycardie précoce était un mauvais pronostic.

Les gaz sternutatoires. — Ils comprenaient les arsines, dérivés de l'arsenic trivalent, liquides ou solides. Ils se présentaient, à l'éclatement du projectile, en particules semblables aux substances colloïdales en suspension dans un liquide. Ils provoquaient des éternuements répétés, une violente douleur frontosinusale, résultat de la congestion du sinus. Les yeux, le nez et la bouche sécrétaient d'abondantes larmes, du mucus, de la salive en quantité suffisante pour remplir le masque protecteur. Il survenait aussi des vomissements, des douleurs épigastriques de la sécheresse de la gorge, des douleurs brûlantes dans la poitrine, une sensation spéciale de tension de la face avec impression d'un rétrécissement de la peau.

La plupart de ces symptômes se dissipaient après quelques heures. Un léger degré d'irritation conjectivale et quelques râles de bronchite persistaient ; mais ils cédaient rapidement au traitement.

Le danger des arsines liquides était plus grand. Elles provoquaient une action oculaire, une rubéfaction au vésication des téguments et de la broncho-pneumonie ; des manifestations nerveuses avec tendance au sommeil, de la stupeur, de l'engourdissement et des douleurs des doigts, de la paraplégie et des anetshésies régionales, des hypersécrétions sudorales limitées aux mains, parfois de la polyurie et de la soif ardente.

L'action de l'arsenic sur l'hématopoïèse se révélait par une monochléose assez marquée, suivie d'éosinophilie. La peau présentait un œdème généralisé du derme ; l'épiderme se desquamait, s'enlevait en larges lambeaux. Au niveau des oreilles et des doigts, ces lambeaux reproduisaient une sorte de moule de ces organes ressemblant aux intoxications accidentelles par l'arsenic chez certains idiosyncrasiques après injection de salvarsan.

Enfin, *les gaz lacrymogènes* étaient employés en liquides à un point d'ébullition élevé exclusivement en projectiles d'artillerie. A l'éclatement, ce projectile formait flaque à lente évaporation et infectait l'atmosphère longtemps. Leur action provoquait une vive irritation des conjonctives, avec douleur et larmoiement. L'effet passager ne laissait pas de trouble persistant des voies respiratoires.

II. — La thérapeutique contre les gaz.

Il ne fut pas facile de trouver, dès la première heure, la thérapeutique qu'il convenait d'opposer à la chimie meurtrière.

Contre les *gaz suffocants*, on employa des inhalations d'oxygène, puis la saignée.

Les inhalations par la méthode de Nolf conduisait l'oxygène jusqu'à l'entrée de la trachée par une sonde de Nelaton, puis on la poussait dans le rhino-pharynx, où elle était maintenue en place par un fil et une bande de sparadra appliquée sur le front. Si la sonde était tolérée, la dyspnée s'atténuait, le pouls était plus satisfaisant, le malade éprouvait un grand bien-être. L'application se continuait pendant 3 ou 4 séances, de chacune 24 heures, tant que l'œdème pulmonaire existait à un degré notable. L'amélioration se manifestait généralement au bout de 10 jours.

On réussit parfois à combattre l'œdème pulmonaire par une saignée de 500 cm³, avec répétition 24 ou 48 heures après, au pli du coude. Elle était proscrite chez les moribonds. Les intoxiqués graves donnaient un sang noir, épais, en petite quantité.

Faute d'oxygène, les extrémités et la face étaient rapidement cyanosées et froides. Il fallait réchauffer le malade par des bouillottes, des briques, des couvertures, des boissons chaudes en petite quantité, puis élever la température des chambres. L'ipéca, à doses vomitives, abaissait la température du corps et la tension artérielle ; elle aidait à lutter contre l'œdème pulmonaire. On utilisa aussi la digitaline ou la digalène, des injections d'huile camphrée et la caféine.

En cas de pneumonie, soutenir le cœur, désinfecter les voies respiratoires supérieures par de fréquentes instillations dans les narines de quelques gouttes de paraffine gomménolée à 5 ou 10 o/o. Cure d'air par ventilation des locaux ; isolement des cracheurs et des tousseurs en espaçant les lits. En cas de complications, enveloppement du thorax avec pansements humides, potions expectorantes, créosote par voie rectale en lavements huileux. Des praticiens anglais accusaient ce traitement d'augmenter l'activité du cœur et d'en gaspiller l'énergie.

On utilisait aussi les alcalins dans les troubles gastriques.

Contre l'*ypérite* et les *arsines :* débarrasser des vêtements, décaper la peau par un savonnage soigneux, empêcher un contact prolongé du toxique et des téguments. Contre les brûlures tardives, frictions de chlorure pulvérulent qui réagissaient et détruisaient l'ypérite.

L'assainissement de l'eau contaminée était assuré par une addition d'extrait de Javel de 7 à 8 cm^3 par litre d'eau.

Contre les lésions oculaires, fréquentes applications d'eau chaude, éviter les instillations de collyre à la cocaïne, enrayer la conjonctivite par de fréquents lavages avec une solution de permanganate de potasse isotonisée. Concurremment avec ces lavages, application de pommade à l'oxyde de mercure (1 o/o). Contre la congestion de l'iris ou ulcération de la cornée, instillations répétées de sulfate d'atropine.

Pour les brûlures du premier degré, onctions de corps gras.

Pour les brûlures du deuxième degré, sur le champ de bataille, empaquetage soigneux de la région atteinte, préalablement mise dans un pansement ouaté sec que l'on changeait à l'arrivée du malade à l'hôpital ; aseptiser la peau à l'eau de savon, avec brosse, puis décapage à l'éther. Inciser les phlyctènes et la partie superficielle de l'épiderme décollée par leur formation ; réduire au minimum les clapiers où stagnent des humeurs à cultures microbiennes. Déterger les plaies à l'aide de tampons stérilisés, imbibés d'oléate de soude, ou de vaseline neutre stérilisée, ou encore vaseline picrique à 5 o/o, ou vaseline ichtyolée à 1 o/o imprégnée sur de petites compresses de gaze stérilisées, étendues sur les surfaces atteintes. On a fait aussi des applications de vaseline au chlorure de chaux et d'huile camphrée, ou d'huile gomménolée.

Tous ces corps gras, additionnés ou non d'un antiseptique, ont donné de bons résultats.

Les applications d'acide picrique seule répétées ont favorisé des points de folliculite et de petits furoncles.

Certaines brûlures furent traitées par l'ambrine. Pendant les 48 premières heures de séjour à l'hôpital, elles étaient débarrassées des phlyctènes, la surface était alcalinisée par des applications de bicarbonate de soude en solution à 4 o/o. Après cela, on appliquait l'ambrine fondue à 45°, à l'aide de pinceau et par couches superposées, chaque jour ou chaque deux jours, pour diminuer les sécrétions et assurer une guérison plus rapide.

En cas de suppuration, application d'eau d'Alibour en enveloppement humide, diluée au 1/5 dans l'eau bouillie, recouvert de gaze ou d'ouate hydrophile et toile imperméable, renouvelé une ou deux fois par jour. Après une vive douleur bientôt calmée, les brûlures évoluaient avec le minimum de suppuration ; l'odeur violente et écœurante, qui accompagne les blessures, était atténuée, disparaissait même. Des douches d'air chaud hâtaient la guérison et calmaient les douleurs de l'insomnie.

Les brûlures du troisième degré étaient traitées par les antiseptiques habituels. En cas d'étendue et de profondeur, on excisait, puis on suturait ensuite.

Les lésions pulmonaires étaient justiciables du traitement de la pneumonie. Contre la laryngite, inhalations et balsamiques et enveloppements chauds et humides autour du cou. En cas de menaces de cyanose, inhalations continues d'oxygène, malheureusement, le plus souvent, impuissantes contre la mort.

Abstention de saignée et d'inhalations d'oxygène en cas d'abcès multiples ; mais recommandées en présence d'un abcès unique.

Les vomissements cédaient à l'injection sous-cutanée d'un centigramme de morphine associée à un milligramme d'atropine.

Les éternuements n'étaient pas justiciables d'une thérapeutique spéciale.

Enfin pour les larmoiements, des lavages des conjonctives au sérum physiologique ou au permanganate étaient suffisants.

JULES POIRIER.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences. (Août 1927). — *Théorie des fonctions.* 1. Poursuivant ses recherches sur la nature des pôles (supposés simples) de la fonction $a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + \ldots$, M. *Krawtchouk* donne une condition nécessaire pour que les pôles soient réels ; cette condition s'exprime par l'identité des signatures de deux formes quadratiques. Elle est à rapprocher des recherches d'Hermite sur le théorème de Sturm.

2. Après avoir défini pour les fonctions croissantes des ordres et des indices de régularité successifs, M. *N. Poddiaguine* énonce à ce propos un certain nombre de résultats.

3. Soient $M_0, M_1, \ldots, M_k, k + 1$ nombres positifs ; pour $b > 0$ assez petit on peut toujours construire une infinité de fonctions $f(x)$, absolument monotones sur $(-b, 0)$ et telles que

$$f(0) = M, \ldots, f^{(k)}(0) = M_k$$

M. *Serge Bernstein* se propose de trouver la borne supérieure de b. L'étude de ce problème le conduit à une importante analyse, dont les résultats permettraient notam-

ment de traiter le problème des moments sans utiliser la théorie des fonctions continues.

Analyse. 1. Les fonctions de Fourier-Bessel à n variables $x_1, \ldots, x_n$ satisfont à un système aux dérivées partielles formé par M. Pérès; M. *Akimoff* a montré qu'on peut trouver $2n$ solutions distinctes de ce système à l'aide d'intégrales définies étendues à certains chemins. Il étudie, notamment, les perturbations subies par ces intégrales quand x_n tourne autour de x_0.

2. M. *Riquier* montre comment on peut ramener la résolution numérique de certains systèmes d'équations algébriques à l'intégration restreinte des systèmes linéaires aux dérivées partielles.

3. Le premier théorème de M. Picard peut s'énoncer ainsi : si $u = \sigma(z)$ est une fonction entière, $\log[\sigma(x)] - u$ ne saurait être une fonction entière pour deux valeurs finies de u. M. *Georges-J. Rémoundos* montre comment on peut généraliser ce théorème en substituant au log la fonction inverse d'une fonction entière et à $\sigma(z)$ une fonction quelconque.

4. M. *Léon Pomey* montre que lorsque l'ordre *intégral* d'une équation intégrale linéaire du type Voltera est suffisamment grand, ses solutions existent dans le même domaine que ses coefficients.

5. M. *J.-A. Lappo-Danilevski* indique un algorithme de calculs qui permet de construire la matrice intégrale et les substitutions du groupe de monodromie d'un système linéaire à partir des coefficients de ce système et des transcendantes que Poincaré a formées à l'aide de quadratures superposées.

6. En envisageant des couples de fonctions de deux points (x, y) et (x_1, y_1) et en s'imposant des conditions relatives aux dérivées des fonctions, on retrouve les fonctions analytiques. M. *Miron Nicolesco* présente à ce sujet divers résultats et termine en approfondissant la notion de dérivée aréolaire, introduite par M. D. Pompeiu.

7. M. *René Lagrange* introduit des formules sommatoires qui généralisent celles d'Euler et de Boole-Nörlund.

Géométrie. A propos d'une note récente de M. B. Segre, M. *S. Finikoff* développe toute une suite de théorèmes sur les couples de congruences stratifiables K et K′ de Fubini (il doit exister ∞^1 surfaces Σ ayant leurs points sur les rayons de K, et leurs plans tangents contenant les rayons de K′; après interversion de K et K′ la même condition doit être vérifiée par ∞^1 surfaces Σ').

Mécanique rationnelle. M. *Paul Appell* étudie les petites oscillations d'un système autour d'une position d'équilibre stable lorsque le développement de la fonction de forces commence par des termes du 4e degré, le système ayant 1 ou 2 degrés de liberté.

Hydrodynamique. Dans le cas où la pesanteur est normale aux surfaces à densité constante, M. R. Wavre a établi récemment que ces surfaces, au voisinage du centre de la masse fluide, tendent vers la forme ellipsoïdale. M. *Pierre Dive* reprend le même problème en supprimant la condition précédente; sans rien préjuger sur la distribution des températures, ni sur la compressibilité, il montre que les équations fondamentales de l'hydrodynamique permettent de définir un mouvement permanent de rotation.

Physique mathématique. 1, 3 et 4. MM. *F. Gonseth* et *G. Juvet* montrent qu'on peut établir une théorie de la relativité, comprenant les lois du champ gravifique, du champ électromagnétique et l'équation des ondes de Schrödinger; la théorie repose sur la considération d'un univers à cinq dimensions x_0, x_1, x_2, x_3, x_4; les sections $x_4 = \text{Cte}$ de cet univers reproduisent l'univers einsteinien. L'élément de l'univers a pour expression

$$g_{ik}\,dx^i\,dx^k + \varphi_i\,dx^i\,dx^4 + \Psi^2\,dx^4\,dx^4$$

les $g_{i4} = 2\varphi_i$ donnent le potentiel électromagnétique; les trajectoires d'un point chargé sont les géodésiques de ce ds^2; et, en utilisant des résultats dus à M. Vessiot et à M. Hadamard, les Auteurs retrouvent une propagation par ondes, à l'aide de bicaractéristiques de l'équation $R_{44} = 0$.

2. Récemment, M. *Louis de Broglie* a montré comment on doit relier le mouvement des corpuscules de lumière et de rayonnement à la propagation des ondes continues Ψ de la mécanique ondulatoire. A l'aide du calcul tensoriel il étend ses résultats au cas, précédemment exclu, où il existe un champ gravifique.

René Garnier.

Physique

Propriétés des ions gazeux. — Dès le début des recherches sur les ions produits dans un gaz par l'action de divers rayonnements, on a été amené à distinguer 3 catégories d'ions qui diffèrent par l'ordre de grandeur des coefficients de diffusion et par les mobilités (vitesses prises par les particules dans un champ électrique unité) :

1° Ions produits dans un gaz privé de poussières, dans des conditions voisines des conditions ordinaires de température et de pression; leurs coefficients de diffusion sont 5 fois plus petits que les coefficients de diffusion mutuelle des gaz et leurs mobilités sont de l'ordre du cm. : sec; on leur donne le nom de petits ions ou d'ions normaux;

2° Ions de très faible mobilité (0,001 à 0,01), qu'on désigne sous le nom de gros ions.

3° Particules de grande mobilité (de l'ordre du mètre par seconde) dans des gaz pris à haute température et à basse pression, qui comprennent une grande proportion d'électrons libres et d'ions positifs monomoléculaires.

Les différentes questions que l'on peut se poser au sujet des ions ont donné lieu à un très grand nombre de recherches, tant expérimentales que théoriques.

En ce qui concerne notamment les petits ions, on n'a pu, relativement à leur nature, acquérir de certitude.

La petitesse de leur coefficient de diffusion (comparée au coefficient de diffusion mutuel des gaz) a suggéré, dès le début, l'hypothèse d'une agglomération d'atomes et de molécules neutres du gaz, autour des centres chargés, mais l'existence de ces « cortèges » est loin d'être prouvée et l'on ignore l'importance qu'il conviendrait de leur attribuer; corrélativement la masse des ions n'est pas connue et l'on ignore si, dans un gaz, tous les ions sont identiques.

Si les ions sont monomoléculaires, ils doivent avoir tous la même mobilité. Si, au contraire, ils sont formés par l'agglomération, autour d'une charge électrique, d'un nombre plus ou moins grand de molécules, leur mobilité doit être différente; d'où l'importance des mesures de mobilité.

Un très grand nombre de mesures de mobilités, effectuées dans différents gaz, et notamment dans l'air, ont fourni des résultats assez divergents, ces divergences pouvant être attribuées à des erreurs expérimentales.

Les recherches récentes de M. Laporte (*Thèse*, Paris 1927) conduisent à rejeter complètement l'existence d'une mobilité unique, sauf dans des conditions tout à fait exceptionnelles.

L'auteur, après avoir montré que les mobilités varient entre certaines limites, pour un gaz donné, a déterminé la courbe de répartition de ses diverses mobilités, c'est-à-dire

la courbe qui représente la variation du nombre des ions en fonction des mobilités. Cette courbe est analogue à la courbe de Maxwell relative à la répartition des vitesses entre les molécules d'un gaz.

Dans l'oxygène et l'azote secs, les courbes de répartition des mobilités des ions sont identiques à celles de l'air pour les ions positifs. Pour les ions négatifs, au contraire, il y a discordance de la courbe de l'azote. On en peut conclure que *les ions négatifs dans l'air sont des ions d'oxygène;* ce résultat est en relation avec la grande affinité électronégative de l'oxygène.

L'influence de l'affinité électronique dans la formation des ions est encore marquée par l'étude des mobilités dans l'argon : les courbes de répartition des ions négatifs dans l'argon dépendent essentiellement du degré de pureté; l'argon purifié contient une proportion croissante d'ions très mobiles qui sont probablement des électrons libres.

Ces résultats montrent l'influence fondamentale de la nature chimique du gaz (liée à la constitution électronique externe des atomes) dans la formation des ions polymoléculaires. Cette formation doit être envisagée comme une réaction chimique particulièrement simple.

Les expériences de Busse ont confirmé, dans le cas de l'air, les résultats de M. Laporte. Elles établissent, en outre, que : 1° dans les gaz rigoureusement secs, les ions positifs et les ions négatifs, ont la même mobilité; ces ions sont probablement monomoléculaire; 2° que dans un gaz imparfaitement desséché il se forme des catégories nombreuses d'ions très complexes, dont le degré de complexité augmente avec l'âge des ions, d'autant plus rapidement que le gaz est plus humide.

Ces expériences établissent nettement le rôle nécessaire de l'eau dans la formation d'ions complexes; ce résultat est évidemment à rapprocher de la disparition des affinités chimiques les plus vives dans les gaz parfaitement desséchés. A. Bc.

Magnétisme

La viscosité magnétique. — L'aimantation d'un corps ferromagnétique est, comme on sait, un phénomène très complexe.

La disparition de l'état ferromagnétique au point de Curie montre que l'aimantation dépend de la température; les effets des échauffements et des recuits sont très compliqués et mal connus.

L'aimantation dépend, bien entendu, du champ inducteur. Mais cette aimantation peut avoir, dans le même champ, des valeurs fort différentes suivant les aimantations ou désaimantations que le corps a subies antérieurement : c'est le phénomène de l'hystérésis.

Ainsi l'aimantation d'un corps ferromagnétique dépend de la température du champ inducteur et des états antérieurs du corps. Mais elle peut également dépendre du temps. Il peut arriver que la substance ne prenne son aimantation définitive qu'au bout d'un certain temps, même si le champ magnétique et la température sont maintenus fixes. C'est en cela que consiste la *viscosité magnétique*, qu'Ewing définissait de la manière suivante : si le corps est soumis à un champ faible, toute variation du champ entraîne une variation de l'aimantation, mais « la variation de l'état magnétique n'est terminée qu'au bout de quelque temps. »

La viscosité n'apparaît qu'au cours de l'aimantation; il faut une variation du champ inducteur pour qu'elle se manifeste. Les propriétés magnétiques n'ont pas changé, dans leur ensemble, quand la variation lente de l'aimantation est terminée. C'est ce qui distingue la viscosité du *vieillissement*, constitué par une variation lente et irréversible qu'éprouvent toutes les propriétés d'un échantillon de fer, qu'il soit aimanté ou non.

M. Lapp vient de consacrer une importante étude au phénomène de la viscosité magnétique (*Thèse*, Strasbourg, 1927).

On s'est demandé parfois si la viscosité magnétique existe réellement. On l'a confondue souvent avec les retards produits par les courants induits. Les recherches de M. Lapp ont établi qu'elle en est distincte. Quand le retard dû à l'induction se produit au cours d'une variation de l'aimantation, on constate qu'une variation instantanée de l'aimantation est suivie d'une variation lente.

Cette variation lente est caractérisée par son amplitude et par sa vitesse. M. Lapp a montré que cette amplitude et cette vitesse pouvaient varier beaucoup avec les conditions de l'expérience, qui, dans chaque cas, doivent être soigneusement précisées. Aussi l'étude de la viscosité ne peut-elle se séparer de celle de l'hystérésis et, comme il est difficile de tenir compte exactement de l'état d'écrouissage et de recuit des échantillons, l'auteur a opéré constamment sur une même espèce de fer, un fer électrolytique de même provenance. Moyennant ces précautions, il a pu énoncer quelques lois générales auxquelles obéit le phénomène de la viscosité magnétique. En particulier, l'amplitude de la viscosité varie linéairement avec le champ inducteur et la vitesse de la viscosité varie suivant une fonction quadratique de ce champ. La viscosité dépend également des dimensions des noyaux : quand on diminue les dimensions des noyaux, on trouve que l'amplitude de la viscosité est constante et que sa rapidité varie sensiblement en raison inverse du carré de l'aire de la section droite du noyau. A. Bc.

Médecine

La diathermie dans le traitement des affections pulmonaires. — L'élévation de température produite au sein des tissus par le passage des courants de haute fréquence a été appliquée avec succès au traitement d'un grand nombre d'états pathologiques. En ce qui concerne les affections du poumon les essais n'ont pas encore été très nombreux, mais les résultats déjà obtenus laissent prévoir que, là encore, la diathermie est appelée à un bel avenir. Aux Etats-Unis H. E. Slevart l'a utilisée au cours d'une épidémie particulièrement sévère de pneumonie; il constata que très rapidement elle faisait disparaître la cyanose et la douleur respiratoire, abaissait la température du malade, activait très légèrement la respiration améliorait le sommeil et l'état général; la mortalité des sujets traités par la diathermie fut de 19 o/o alors qu'elle atteignit 43 o/o chez les malades témoins. Depuis, de nombreux praticiens ont imité Stevart et obtenu d'aussi bons résultats, même dans les broncho-pneumonies. Cette méthode de traitement ne paraît pas avoir de contre-indication.

Divers auteurs ont également recommandé la diathermothérapie chez les tuberculeux, particulièrement chez les pleurétiques. M. Mercier a rapporté récemment ce qu'il avait observé sur sept malades qu'il avait traités par cette méthode à la suite des effets favorables signalés par les spécialistes des Etats-Unis et d'Angleterre (*Paris médical*, 27 août 1927). Il a constaté que la diathermie était parfaitement bien tolérée sans qu'il y ait d'hémoptysie; les sept malades ont été très bien améliorés, aussi bien localement qu'au point de vue de l'état général; certains

sont même considérés maintenant comme guéris. Les bronchites chroniques et l'asthme sont aussi très favorablement influencés. Il y a dans ces quelques observations l'indication d'une voie fort intéressante à suivre en appliquant les techniques qui ont été si bien étudiées et précisées par H. Bordier. A. B.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Électricité

Sur les isolants utilisés en électrotechnique. — M. P. Janet a donné récemment (*Industrie Electrique*) d'intéressants renseignements sur les isolants utilisés en électrotechnique, dont nous extrayons ce qui nous a paru le plus important.

Les matériaux isolants sont innombrables et l'industrie en crée chaque jour de nouveaux. Le plus grand progrès, semble-t-il, de ces dernières années a été l'apparition des résines artificielles ou bakélites, produits de condensation du phénol en présence du formol qui peuvent revêtir des formes diverses et se prêter aux applications les plus variées. Mais si ces matières ont l'intérêt de la nouveauté, les anciens isolants continuent à être fort employés.

L'isolant industriel est destiné à séparer deux milieux conducteurs portés à des potentiels extrêmement différents, puisque les tensions qui dépassent 100.000 volts sont aujourd'hui, sinon courantes, au moins déjà très répandues. En aucun point, la contrainte diélectrique de l'isolant ne doit atteindre une valeur telle que cet isolant risque d'être percé. L'étude de la répartition de ces contraintes, dans la masse même des matériaux et à leur surface, prend donc une importance de premier ordre. Or, cette étude se ramène à celle de la forme des lignes de force ou mieux d'induction électrostatique à travers la matière. Les formes souvent compliquées des isolateurs, formes imposées par l'usage auquel on les destine, ne se prêtent pas au calcul rigoureux, mais on est loin cependant d'être désarmé devant ces difficultés : des procédés graphiques constamment appuyés sur les lois générales de l'électricité, loi d'orthogonalité entre les surfaces équipotentielles et les lignes de force, loi de la conservation du flux d'induction, loi de réfraction des lignes d'induction au passage d'un diélectrique à l'autre, bien d'autres encore, tout est mis à profit, en sorte que l'établissement correct d'un réseau de lignes de force constitue une suite d'approximations et de calculs qui se soutiennent mutuellement. Ces méthodes permettent de corriger les formes et d'éviter les gradients de potentiel excessifs soit à l'intérieur, soit à la surface de l'isolateur. On reconnaît ainsi, circonstance paradoxale, que, dans certains cas, une augmentation d'épaisseur de l'isolant est plus nuisible qu'utile, en augmentant dans l'air avoisinant le champ électrostatique et, par suite, les chances d'effluves : l'exemple d'un diélectrique plan introduit entre les deux armatures d'un condensateur est un exemple immédiat. On peut dire que, dans tous les cas, l'effort du constructeur tend à l'égalisation aussi grande que possible du gradient de potentiel soit dans la masse même de l'isolateur, soit à sa surface.

Il est un cas où les contraintes diélectriques peuvent être calculées rigoureusement, c'est celui des câbles cylindriques à un seul conducteur. Dans ce cas, c'est au voisinage immédiat du conducteur central que ces contraintes sont le plus élevées. Il semble donc qu'on puisse exactement prévoir pour quelle tension entre conducteur et armature cette couche de l'isolant sera compromise; mais le phénomène est plus compliqué que cela; il paraît prouvé aujourd'hui que, dans certains cas, cette couche peut résister alors qu'elle est soumise à une contrainte diélectrique supérieure à celle qui la percerait si elle se présentait sous forme d'une lame plane.

Mais la plupart du temps, les câbles sont destinés à fonctionner sous des tensions alternatives et non sous des tensions continues et alors les phénomènes nouveaux apparaissent, qui viennent singulièrement compliquer les précédents : sous l'influence de ces tensions alternatives et par suite de phénomènes d'hystérésis ou de viscosité diélectrique, l'isolant s'échauffe, il est le siège de pertes d'énergie qui peuvent devenir notables pour des tensions élevées; de cette cause de détérioration il résulte que le diélectrique résiste moins bien aux tensions alternatives qu'aux tensions continues et le phénomène est d'autant plus complexe que le temps y joue un rôle important : alors qu'un certain câble convenablement calculé peut résister indéfiniment à une tension continue, le même câble, soumis à la même tension alternative, se détériore peu à peu et finit par être percé au bout d'un temps plus ou moins long. On peut estimer qu'un câble peut résister indéfiniment à une tension continue cinq ou six fois plus forte que la tension alternative qui amène son percement au bout de cent heures d'application.

A. Bc.

Chimie

Le Glucinium. — Le Glucinium a été fabriqué pour la première fois par Wochler, il y a un siècle, mais sa fabrication est si difficile, que ce métal reste toujours rare et précieux. Au point de vue chimique, il est voisin du magnésium et de l'aluminium, les poids atomiques de ces 3 métaux sont : Be 9,1, Mg 24,3, Al 27,1; on supposait que le glucinium était un métal doux et ductile et qu'après avoir été débarrassé du thorium, du zirconium et du titane, il serait beaucoup moins fragile qu'à l'état brut.

Le minerai de glucinium généralement employé est le béryl, silicate double d'aluminium et de glucinium qui contient environ 5 p. c. de ce dernier métal. M. Copeaux, en 1919, a indiqué une méthode pratique d'attaque du béryl avec le silico-fluorure de sodium. Les minéraux plus riches en glucinium tels que le simple silicate, l'émeraude et autres pierres précieuses sont très rares. On a prétendu que l'on pouvait réduire ce métal au moyen du magnésium. Sa préparation électrolytique en partant de sels fondus est très difficile par suite des propriétés du métal. Il faut que le bain de sels servant à l'électrolyse soit un bon conducteur de l'électricité et ne se volatise pas trop rapidement à des températures auxquelles les particules réduites du métal entrent en fusion. Le glucinium fond à environ 1300° C. tandis que le point d'ébullition des chlorures et des bromures alcalins est bien en dessous. Les fluorures sont moins volatiles mais le fluorure de glucinium est hygroscopique, ce qui occasionne de grandes difficultés dans l'électrolyse : en outre, il n'est presque pas conducteur. Vivian emploie les fluorures doubles $Be F_2$, $Na F$ et ajoute un peu de fluorure de baryum $Be F_2$ pour abaisser les points de fusion et d'ébullition, et la densité du bain sur lequel vient flotter le glucinium réduit. La méthode qu'il emploie est celle que Barchers employa

pour électrolyser le chlorure de calcium fondu; la cathode plonge un peu dans le bain et on l'élève au fur et à mesure qu'elle se couvre de métal. On obtient ainsi le métal sous la forme de baguette. Une mouffle verticale entouré de nichrome abrite un creuset en graphite contenant l'électrolyte; le creuset sort un peu de la mouffle et sur son arête est disposée, une couronne en acier, refroidie portant le support des électrodes verticales en graphite qu'on plonge dans l'électrolyte. Ces électrodes servent à chauffer au moyen de courant alternatif. Entre elles, passe la cathode tournante; un ventilateur envoie un courant d'air sur le creuset pour entraîner les vapeurs et les faire passer dans un cylindre rempli de coke arrosé. L'électrolyte est alimentée avec des baguettes du fluorure $Be\ F_2 \cdot Na\ F$., qu'on obtient en fondant ensemble les deux fluorures dans une poche de graphite et versant le sel en fusion sur une plaque d'acier perforé montée sur un récipient en graphite.

Le vase de l'anode renferme quand il est à moitié rempli, 500 grammes de sel; c'est un cylindre de 95 mm. de diamètre, haut de 150 mm. avec des parois de 12 mm., obtenu, dans un bloc de 125 mm. de graphite d'acheson. On constata qu'il était nécessaire de soumettre le graphite du vase et des électrodes, après leur fabrication, à une minutieuse purification, afin d'empêcher le graphite de se désagréger et en formant une mousse qui provoquait des courts-circuits. C'est pourquoi, Vivian fit digérer le graphite dans de la soude caustique fondue, pendant 48 heures, durant lesquelles l'hydrogène et les hydrocarbures étaient dégagés, ensuite on le trempait pendant 14 jours dans de l'acide chlorhydrique concentré et l'imprégnait de saumure, dans le vide. On le séchait ensuite et finalement le resaturait à 900° dans du chlorure de sodium fondu. L'imprégnation avec chlorure protégeait le graphite et empêchait sa désintégration à basse température.

En marche, on fait passer le courant à 30 ampères et 80 volts dans la bobine de nichrôme, tandis qu'on fait arriver un courant d'azote sec dans le creuset. Quand la masse solide commence à rougir, on abaisse les anodes de graphite dans le bain, on admet le courant alternatif et on actionne le ventilateur. En dix minutes environ, la température du bain s'élève à 1200°, on débranche le courant passant dans la bobine, on dispose les deux électrodes en graphite avec le creuset comme anode. L'électrolyse qui se fait alors ne prendrait pas plus de 3 volts. La chaleur du bain est maintenue, surtout par l'effet anodique, la chaleur était développée par l'arc à travers la couche de fluor dégagé, et, pour donner cet arc Vivian, emploie 40 volts, et n'emploie pas ordinairement une densité anodique plus forte. La fusion électrique serait certainement plus économique à 10 volts.

Nous avons dit qu'on introduisait de l'azote sec dans le vase avant de commencer à travailler; on faisait également passer de l'azote ou de l'acide carbonique dans le bain, durant l'électrolyse, au moyen de tubes en silice. Mais il semble qu'il est nécessaire d'avoir une atmosphère oxydante pour brûler les quelques particules de carbone provenant des électrodes; l'électrolyse se fait mal en creuset fermé.

Dans ces conditions, l'électrolyse a donné environ 70 gr. de glucinium par heure, sous forme de baguettes irrégulières; on les débarrasse des sels qui les recouvrent en les plongnat dans de la soude caustique fondue qui décompose les carbures. Les principales impuretés qu'il contient sont le fer et le carbone à l'état de carbure de glucinium : il y a environ 0,2 p. c. de chacun de ces deux corps.

Le glucinium ainsi obtenu est dur, gris d'acier, se laisse bien polir et résiste aux attaques de l'air et de l'eau chaude. Les acides et la soude à l'état dilué l'attaquent facilement, mais il résiste aux acides sulfurique et nitrique concentrés. Son poids spécifique est de 1,84, il fond à 1280°, sa dureté Brinell est de 140. La fusion et la sublimation, se font de préférence dans des creusets de carbonate de glucinium pur; on peut aussi employer des creusets de magnésie, mais on s'expose à une réduction énergique du magnésium par le glucinium en fusion. Le métal provenant de la sublimation est exempt de fer et de carbure, mais sa teneur en azote quoique toujours faible est susceptible d'augmenter; elle est ainsi de 0,005 p. 100 dans le métal refondu et de 0,008 dans le métal sublimé. La fragilité semble être provoquée particulièrement par les oxydes et les nitrures. La microstructure présente des cristaux bien formés de fer et de carbure de glucinium. Le métal ne tiendrait en solution que 0,03 pour le fer; Osterherl, cependant, a constaté l'existeice d'un eutectique beaucoup plus riche en fer, mais limitée aux cristaux de glucinium dur et fragile. Les propriétés des alliages de glucinium sont encore trop mal connues pour pouvoir les décrire. (*Engineering*, 26-11-26).

E. P.

Métallurgie

L'emploi des métaux légers. — L'aluminium et le magnésium sont les seuls métaux légers qui, dans leur emploi dans la construction, semblent devoir répondre à une consommation importante dans un avenir prochain. Les autres métaux légers n'ont qu'un emploi limité, surtout au point de vue de certaines opérations chimiques. La solution du problème relative à la fabrication des alliages riches en magnésium est surtout importante car leur usage prend une grande extension dans l'aviation et autres industrie, où le prix a peu d'importance. Les alliages en aluminium de résistance élevée trouvent leur place, en concurrence avec l'acier et le bronze, dans toutes les branches de l'industrie des transports;on constate une augmentation rapide dans l'emploi des tôles, moulages et profils de construction avec ces alliages qui ont la résistance de l'acier doux avec seulement le tiers de son poids. (*Metal Industry*,, 8-10-26).

E. P.

Agriculture

L'application des sciences à l'agriculture. — Il y a moins de quarante ans, une opposition plus ou moins avouée divisait le monde scientifique et le monde agricole. Les conquêtes de la science ne profitaient alors à la pratique culturale qu'avec une lenteur que pouvait seul expliquer, sans la justifier, le manque de confiance des habitants de la campagne dans les suggestions des hommes de laboratoire.

La puissance des intérêts et leur concordance ont fait leur œuvre. Un mouvement de concentration s'est manifesté. Menacés dans leur prospérité matérielle par une crise qui fut réelle à un moment donné, les petits cultivateurs, dans leurs syndicats, se sont rapprochés des seigneurs de la terre, qui, eux-mêmes, de plus en plus instruits, prêtaient une oreille toujours attentive aux conseils des agronomes, des chimistes et des ingénieurs. Combien, parmi ces grands seigneurs, ont confié leurs fils aux établissements d'enseignement supérieur de l'agriculture.

L'alliance est enfin réalisée. Tous, praticiens et théoriciens marchent du même train, suivant la même voie, dans un contact incessant et confiant qui assure une collaboration intelligente et productive.

L'intérêt du pays, la nécessité d'accroître la produc-

tion du sol, celle qui commande les autres, exigeaient cette communauté d'action assurée par un ensemble d'institutions, de créations dues aux pouvoirs publics et aux initiatives individuelles ou collectives, tous organismes répondant chacun à un besoin spécial et se soutenant les uns les autres.

Les efforts ont porté à la fois sur les branches principales de l'économie rurale; mais l'action la plus puissante, parce que plus immédiatement nécessaire s'est exercée sur la production du blé par une amélioration de tous les moyens d'accroissement, en tête desquels il faut placer le choix judicieux des variétés qui conviennent le mieux à chacune des conditions de sol et de climat.

Il n'a rien été créé de toutes pièces de ce chef. La recherche des meilleurs blés, commencée, il y a près d'un demi-siècle, par de judicieux marchands de graines, n'a pas cessé de s'étendre à l'aide de collaborateurs de plus en plus nombreux et par des moyens toujours plus scientifiques.

Sous l'habile et active direction de M. Schribaux, la Station d'essais de semences installée rue Platon, à Paris (15e) avec les ressources du Ministère de l'Agriculture et utilisant les terrains mis à sa disposition à Noisy-le-Roy (Seine-et-Oise) a amassé des matériaux abondants, méthodiquement enregistrés. Elle a ouvert la voie aux hommes d'études et aux praticiens dont elle a provoqué la collaboration en faisant accepter son contrôle technique, comme avait si bien fait le regretté Aimé Girard pour la pomme de terre.

Mais la tâche envisagée ne peut être réalisée assez promptement, ni assez complètement par la seule action de ce service d'où partent les inspirations. Le champ à ensemencer est immense et comporte des compartiments tellement nombreux et si marqués qu'on n'a pas tardé à se rendre compte de l'utilité que présenteraient des institutions annexes capables de suivre de plus près le développement de cet ordre de recherches dans le cadre des conditions locales, des petites patries.

L'Administration de l'agriculture ayant, de longue date, divisé la France en régions, il était indiqué d'utiliser une division analogue pour y adapter une organisation rationnelle dans laquelle se fondraient les buts agricoles et les moyens administratifs.

Cette forme de la décentralisation à la fois administrative et scientifique a paru si rationnelle, au point de vue économique, que ses applications sont nées à peu près spontanément au même moment, parce qu'elles répondaient à un même besoin, reconnu par la plupart des chambres de commerce et des conseils généraux.

Rien de ce qui existait n'a été détruit par cette mise en action des régions économiques. La communauté des intérêts régionaux justifiait des efforts locaux très capables de concourir au progrès général.

De là sont nées, à côté des Offices agricoles régionaux et départementaux, avec les concours réunis des services agricoles, de l'Institut des Recherches agronomiques confié à M. Roux, des œuvres d'une utilité peut-être passagère, peut-être permanente, telles que les Stations de sélection des semences qui sont une application des stations de biologie végétale récemment créées.

Il n'existe pas un type unique. Chacune des régions déjà pourvues a institué son organisme suivant les moyens réunis, suivant les concours financiers, suivant aussi le personnel dirigeant sur lequel elle pouvait compter. Certaines institutions sont l'éclosion, sous une forme plus vivante, d'embryons déjà existants. Telle œuvre se trouve être l'amplification de l'initiative d'un professeur ou d'une université, modifiée plus ou moins suivant qu'un domaine et un outillage appropriés permettraient ou non des applications pratiques.

Il est logique que, les buts et les moyens n'étant pas complètement identiques, les services ne soient pas établis sur un même plan.

L'Institut agricole de Nancy, en utilisant les locaux de la Faculté des sciences, donne, depuis 1901, un enseignement des sciences appliquées à l'agriculture qui est consacré par un diplôme d'études supérieures agronomiques. Qu'un domaine soit adjoint à cet Institut et il entrera dans une voie qui le rapprochera d'autres institutions, non pas mieux dirigées qu'il ne l'est par M. le professeur Gain, mais mieux pourvues.

L'Institut agricole de Toulouse a pu développer son rôle grâce à des concours financiers très efficaces obtenus des conseils généraux et municipaux, de l'Office départemental et de particuliers. Le doyen Sabatier a obtenu qu'il soit placé sous le patronage des conseils généraux de la Haute-Garonne, de l'Ariège, du Gers, des Hautes-Pyrénées et de la ville même de Toulouse, qui lui a tout d'abord attribué un terrain, puis des associations agricoles du département. Le Conseil général de la Haute-Garonne a contribué par l'acquisition du domaine de Courréges; un particulier, M. Marrot, adjoint au maire de Toulouse, a fait don du domaine dans lequel les étudiants suivaient déjà les applications des cours d'agriculture. Enfin, l'Université a pu, en vendant le domaine de Courréges, acquérir la ferme Thibaut (60 H.) toute voisine de celle de Mouton qu'elle tient de la générosité de M. Marrot. Ces deux domaines permettent non seulement la plupart des applications variées que nécessite cette région de polyculture, mais aussi le contrôle des semences.

La région de l'Est possède une organisation qui, si elle n'atteint pas les dimensions de celle de Toulouse, n'en constitue pas moins un excellent moyen de travail. Les concours réunis de l'Université, de l'Institut des recherches agronomiques, qui y possède déjà une station de biologie végétale, de l'Office départemental, s'ajoutant aux contributions des Conseils généraux de la Franche-Comté ont permis l'acquisition du petit domaine de Châteaufarine et assurent son fonctionnement comme *Station de sélection de semences*. Cette station vise particulièrement la recherche des meilleures céréales et des meilleures variétés de pommes de terre pour les régions froides.

Le fonctionnement de cette création, assuré par M. Eberhardt depuis 1921, a montré des résultats encourageants obtenus avec la collaboration complète et directe des agriculteurs eux-mêmes et mérite d'être mieux connu.

A Clermont-Ferrand, dans le domaine de Mondésir et sous la direction de M. Crépin, l'Institut de recherches agronomiques a pris la suite de la station de sélection dirigée, de 1920 à 1924, par M. le professeur Beauverie avec le concours de l'Office du Plateau Central.

L'Institut de recherches agronomiques fonde actuellement, à Dijon, une station de sélection de semences pour laquelle la Compagnie des chemins de fer P.-L.-M. a fourni une contribution de 300.000 francs.

C'est là un mouvement à suivre.

L. Hautefeuille.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 12 septembre 1927.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Jean Perrin.* — **Valence et composés d'addition.**

Si on suppose qu'un système rigide peut être constitué par deux octets ou mieux deux assemblages électroniques fermés, ayant en commun non plus deux mais un seul électron, on est conduit à admettre une liaison monoélectronique ou semivalence, moins robuste que la liaison biélectronique ou valence. Par exemple, il pourra exister une molécule Cl^3 faite de trois octets associés au triangle par trois semivalences, molécule inexplicable avec la valence ordinaire, et dont pourtant la valence semble établie.

La valence ordinaire, biélectronique étant représentée par un trait plein, on représentera la semivalence ou liaison monoélectrique par un trait pointillé au milieu duquel un petit cercle pourra, s'il est utile, figurer l'électron .Si cette notion est fondée, de nombreuses formules seraient à à reviser.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Ramart-Lucas* (transm. par M. Jean Perrin). — **Sur le mécanisme des transpositions moléculaires.**

Le mécanisme des transpositions intramoléculaires est généralement expliqué par des hypothèses impliquant soit la migration d'éléments ou de radicaux sur des atomes différents, soit la formation de chaînes fermées suivie de l'ouverture de ces mêmes chaînes. L'auteur démontre que les transpositions peuvent être produites simplement par migrations d'électrons sur des atomes contigus, migrations se faisant surtout quand les atomes sont liés soit par une « univalence », soit par une valence et une semivalence.

AGRONOMIE. — *A. Lebediantzef* (prés. par M. A. Th. Schlœsing). — **Réaction à la dessiccation des différents types de sols dans les zones des tchernozem et de podzol de la Russie européenne.**

De son étude sur l'accroissement de fertilité du sol par sa dessiccation, l'auteur est conduit à admettre que ce phénomène n'est pas dû à une propriété exclusive des tchernozems dégradés; cette propriété appartient aussi aux représentants les plus variés de trois zones de sols, celle du tchernozem, celle des terres grises forestières et celles du podzol.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Pierre Vicnnot* (transm. par M. Pierre Termier). — **Sur la géologie des environs d'Hasparren (Basses-Pyrénées).**

L'accident en forme de croissant qui se développe d'Armendarits à Hasparren est enraciné. Son flanc inverse est réduit à quelques copeaux très minces. Son flanc direct comporte les divers niveaux du gneiss au Flysch, affectés de pendages très raides vers le Nord, présentant une torsion et des laminages, et ne montrant pas trace de terminaisons périanticlinales. Il s'agit d'une écaille aberrante, ou plus exactement d'une sorte d'extrusion presque verticale des couches formant les substratum du Flych. La même conclusion se généralise logiquement à tous les autres accidents qui, de Suhescun à Cambo, avec des formes très capricieuses, auréolent le bord de la nappe du Labourd. Celle-ci se présente comme une énorme vague de roches métamorphiques et de sédiments paléozoïques, poussée au Nord : les pendages affectant le massif ancien sont, en très grande majorité, faibles, et orientés au Sud.

ALGOLOGIE. — *G. Ollivier.* — **Sur le *Cutleria monoica* nov. sp., gamétophyte de l'*Aglaozonia chilosa* Falk.**

De moindre taille que le *C. multifida*, le *Cutleria* en question diffère surtout par sa monoïcité comparable à celle du *Zanardinia*. Les gamétauges mâles et femelles, analogues à ceux des *C. multifida* et *C. adspersa*, sont généralement réunis dans les mêmes sores; ils peuvent aussi être séparés dans des sores unisexués, épars ou plus ou moins nettement localisés en des plages irrégulières d'un même thalle. L'auteur propose de l'appeler *C. monoica*.

Or, l'*A. chlosa* étant le seul *Aglaozonia* vivant à la même profondeur (20 à 80 m.), et sa saison de fertilité convenant à l'apparition du *C. monoica*, ces deux plantes sont très vraisemblablement les deux tronçons sexué et asexué d'une même espèce.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *R. Wilbert* (prés. par M. Roux). — **Sur une maladie infectieuse du chimpanzé, transmissible à l'Homme.**

Dans la maladie en question, le sang, le foie, la rate, les reins et le système nerveux renferment un spirochète. Sur fond noir, ce micro-organisme se déplace lentement et exécute des rotations; il se dispose en C et en S avec 2-5 spires; il mesure $6,7\mu \times 0.2$, $0\mu 3$. Il se colore de façon analogue aux autres spirochétidés. Le virus est transmissible au chimpanzé et au cobaye, et aussi à l'homme, ainsi que l'a expérimenté l'auteur sur lui-même.

P. Guérin.

Séance du 20 septembre 1926.

MÉCANIQUE. — *T. J. de Sèze* (transm. par M. Blondel). **Sur le degré d'exactitude d'une formule usuelle de la résistance des matériaux.**

GÉODÉSIE. — *G. Bigourdan.* — **La troisième Assemblée générale de l'Union Géodésique et Géophysique internationale.**

M. Bigourdan, délégué pour représenter l'Académie rend compte de sa mission et donne de nombreux détails sur la réception cordiale faite à Prague, du 3 au 10 septembre, aux délégués étrangers. M. Lallemand qui présidait cette troisième Assemblée a été réélu pour une nouvelle période de trois ans.

MINÉRALOGIES. — *René Van Aubel.* — **Sur la présence d'uraninite cristallisée dans les gîtes uranifères de Kasolo (Katanga).**

Les cristaux d'uraninite n'avaient pas encore été signalés dans les gîtes uranifères du Katanga. L'auteur a recueilli à Kasola deux échantillons de roche uranifère : l'un, une roche calcaro-dolomitique bréchoïde, renferme de bons cristaux d'uraninite et une profusion d'inclusions granuleuses du même minéral; l'autre comporte des cubes d'uraninite, noyés dans la masse, verte ou orange, des produits d'altération de la pechblende.

L'auteur considère l'uraninite cubique comme le minéral hypogène de Kasolo.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix.* — **Les caractères chimico-minéralogiques des roches intrusives et volcaniques tertiaires de l'Afrique du Nord.**

La série lithologique de l'Afrique du Nord est nettement calco-alcaline. Les types où la potasse et la soude existent presque en égale proportion, ou avec un petit excès de l'un ou l'autre de ces alcalis, prédominent, et moins nombreux sont ceux dans quoi la potasse et, plus souvent, la soude, prennent une importance plus grande.

Les termes extrêmes du côté de la basicité ne sont pas de véritables basaltes, mais des *basanites*, plus souvent analcimiques que néphéliniques.

Les roches les plus potassiques paraissent être abondantes surtout à l'Est (Tunisie, Constantine et une partie d'Alger) et à l'Ouest (îles Chaffarines et Melilla), tandis que les types les plus sodiques se rencontrent principalement dans l'ouest du département d'Alger et dans celui d'Oran.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Mme Christine Ladd-Franklin* (prés. par M. d'Arsonval). — **Radiation visible provenant de fibres nerveuses excitées.**

Si, dans une chambre noire parfaite, on regarde une bande de lumière rouge, ce que l'on va voir ne sera pas seulement la bande rouge, mais aussi, se déployant à partir d'elle, deux arcs épais faiblement colorés en bleu rougeâtre, d'autant plus épais qu'on se tient plus loin. De fait, la grandeur angulaire et la forme de ces arcs prouvent avec certitude que l'on voit les fibres du nerf optique à la surface de la rétine.

D'après l'auteur, les fibres stimulées par la bande lumineuse rouge sont rendues brilantes par leur propre lumière, et l'on se trouve en présence d'un cas de radiation visible provenant de fibres nerveuses excitées.

Il est nécessaire d'étudier les nerfs dans une chambre parfaitement obscure pour voir cette lumière entoptique bleu rougeâtre.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences de Stockholm. — M. le Professeur A. Lacroix a été élu membre étranger.

Congrès Pan Pacifique. — Le 4e Congrès Pan Pacifique se tiendra à Java en 1929. On se propose d'ouvrir ce Congrès aussitôt après l'éclipse de Soleil du 9 mai 1929, éclipse particulièrement importante qui traversera Sumatra et la presqu'île de Malacca.

Institut international de Sociologie. — Cet Institut, fondé en 1893 et reconnu d'utilité publique par le Gouvernement français, vient de tenir à la Sorbonne son premier Congrès, depuis la guerre. La séance d'ouverture a été présidée par M. Ferdinand Buisson, puis le Congrès a procédé à l'élection de son nouveau bureau : M. Mariano H. Cornejo, professeur de Sociologie à l'Université de Lima, a été élu Président.

Le prochain Congrès aura lieu à Genève en 1929. Il discutera sur le sujet suivant : « Les causes profondes de la guerre et les conditions propres à assurer une paix définitive. »

Concours d'appareils d'éclairage électrique. — La Société pour le perfectionnement de l'éclairage organise un concours doté de 25.000 fr. de prix portant sur la réalisation matérielle d'appareils ou de dispositifs pour l'éclairage d'un salon, d'une salle à manger et d'une chambre à coucher.

Pour le programme du concours ou tous autres renseignements, s'adresser au siège de la Société, 134, boulevard Haussmann, Paris.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Bourses* : Sont actuellement vacantes :

1° *Bourses de Barkow.* — Ces bourses de 1.000 francs chacune, sont destinées à « aider les jeunes gens pauvres à faire de bonnes études et à s'ouvrir par ce moyen une carrière honorable ». Elles sont exclusivement réservées aux étudiants des Facultés de l'Université de Paris.

Les candidats doivent adresser leur demande au Doyen de leur Faculté pour le 15 novembre, dernier délai, en y joignant : 1° une notice individuelle; 2° un état de situation de fortune. Les imprimés de ces deux pièces se trouvent aux secrétariats des Facultés.

2° *Bourses Petrin.* — Ces bourses de 1.000 francs sont exclusivement réservées aux Facultés de l'Université de Paris ou à l'Ecole Polytechnique.

Les familles des candidats doivent justifier, par un certificat du Maire ou du Commissaire de Police, de 5 ans de résidence à Paris. En outre, les bénéficiares sont, conformément au désir exprimé par le donateur, tenus d'assister, le 4 novembre de chaque année, jour de la fête de Saint-Charles, à une messe commémorative.

Les candidats doivent adresser leur demande au Doyen de leur Faculté ou à M. le Général Commandant l'Ecole Polytechnique, pour le 15 novembre, dernier délai, en y joignant : 1° une Notice individuelle; 2° un état de situation de fortune. Les imprimés de ces deux pièces se trouvent aux Secrétariats des Facultés ou à l'Ecole Polytechnique.

Facultés de Médecine et de Pharmacie. — Une session pour la première épreuve de l'examen d'aptitude aux fonctions d'agrégé près les Facultés de Médecine et les Facultés mixtes de Médecine et de Pharmacie s'ouvrira en décembre 1927.

Les candidats se feront inscrire au secrétariat de leur Académie. Le registre des inscriptions sera clos deux mois avant la date des compostions.

Les dates des compositions sont fixées ainsi qu'il suit :

Section :

Anatomie, histologie, histoire naturelle médicale et parasitologie, bactériologie, anatomie pathologique. — 1re composition le 11 déecmbre 1927; 2e compostion, le 12 décembre 1927.

Physiologie, chimie, physique, médecine, chirurgie, obstétrique, histoire naturelle pharmaceutique, pharmacie. — 1re composition le 19 janvier 1928; 2e composition le 20 janvier 1928.

Les compositions ont lieu dans chaque faculté. Chaque composition sera faite dans une séance particulière d'une durée de trois heures, de 8 heures à 11 heures.

Université de Besançon. — *Faculté des Sciences.* — Il est créé à la dite Faculté et en collaboration avec la Direction de l'Enseignement technique un Institut de chronométrie et de mécanique horlogère délivrant un diplôme d'Ingénieur ès-arts horlogers portant l'une des deux mentions : Ingénieur horloger, Ingénieur mécanicien horloger.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Les concepts scientifiques. par Mme Hélène Metzger. In-8° de 194 pages. (*Bibliothèque de philosophie contemporaine*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Dans cet ouvrage, Mme Metzger étudie les procédés divers par lesquels notre esprit parvient spontanément et sans idée préconçue à ranger dans la même classe les choses présentant entre elles des ressemblances superficielles ou des analogies profondes. Elle a su analyser avec

beaucoup de profondeur et d'esprit critique le rôle si important que joue l'analogie dans la marche de la pensée scientifique. Elle l'a fait en invoquant à l'appui de chacune de ses conceptions des exemples heureusement choisis, empruntés soit à l'histoire des sciences, soit aux recherches les plus récentes de la science contemporaine. Son exposé, si documenté et si vivant, mérite de retenir l'attention de ceux qui s'intéressent à la philosophie des sciences. Comme l'écrivait M. Lalande dans un rapport présenté à l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres qui a couronné l'ouvrage de Mme Metzger : « Ce mémoire témoigne d'un esprit vivant, laborieux, pourvu sur bien des points de connaissances historiques et scientifiques peu communes et précieuses pour l'épistémologie. Non seulement il marque un effort de pensée original, mais il apporte une contribution des plus utiles à la question de savoir comment se forment les concepts scientifiques, quels en sont les principaux types, et à quelles tendances de l'esprit ils répondent. »

A. Bc.

Etudes sur Cournot, par Gaston Milhaud, professeur à la Sorbonne. In-8° de 151 pages. Librairie philosophique J. Vrin, 6, place de la Sorbonne, Paris. — Prix : 15 fr.

Cournot est un des philosophes les plus pénétrants du XIX^e^ siècle. Toute son œuvre témoigne de son désir de renouveler par les données de la science la réflexion philosophique. D'une très forte culture scientifique, il avait longuement médité sur la valeur et la portée de la science. La lecture de ses œuvres offre encore un très vif intérêt et nombreuses sont les études critiques qui lui ont été consacrées. Parmi celles-ci, il convient de faire une place à part à l'ouvrage posthume de Gaston Milhaud, lui-même philosophe d'une très forte culture scientifique. Il sera un guide sûr à ceux qui voudront pénétrer la pensée si riche de Cournot et se reconnaître au milieu des fluctuations qu'elle a subies.

Les esprits scientifiques s'intéresseront plus spécialement aux pages où l'auteur expose les idées de Cournot sur cette notion complexe et parfois obscure du hasard qui tient une si grande place dans l'évolution de la physique actuelle. Ils liront également avec intérêt les chapitres consacrés à la Raison chez Cournot, à la Science et la Religion chez Cournot, aux rapports entre Cournot et le pragmatisme scientifique contemporain où ils verront que Cournot a émis sur la valeur de la science quelques idées que devait brillamment reprendre plus tard Henri Poincaré.

A. Bc.

Les perturbations orageuses du champ électrique et leur propagation à grande distance, par M. P. Lejay. In-8° de 68 pages et 33 figures. Chiron, éditeur, Paris.

M. Lejay apporte une contribution intéressante à l'étude des décharges athmosphériques. Il a combiné, notamment, des dispositifs permettant de suivre les variations du champ électrique de l'atmosphère. Ces observations lui ont fourni des indications générales sur les relations entre les décharges orageuses et les parasites atmosphériques, si nuisibles dans les transmissions radioélectriques. Il semble qu'un grand nombre de ces parasites tout au moins soient dus à des décharges atmosphériques se produisant parfois à très grande distance. Sans doute, l'auteur ne conclut-il pas que tous les parasites ont cette origine; un trop grand nombre d'observations ont été faites, notamment en Amérique, par ciel pur et chaud, pour qu'il soit possible d'avancer une telle affirmation. Mais il se pose en terminant cette question : « Les atmosphériques, en général, si divers qu'ils paraissent, ne sont-ils pas tous dus à de petites décharges électriques ? Les sifflements eux-mêmes, les roulements, sont-ils autre chose que l'effet de décharges répétées ? » Ce point ne pourra être éclairci que par des observations systématiques faites dans de nombreuses stations.

A. Bc.

Où en est la physique, par M. Courtines. (*Collection des mises au point*). In-8° de 312 pages avec 81 figures. Gauthier-Villars, éditeurs. — Prix : 40 francs.

On sait combien féconde a été l'évolution de la physique au cours de ces vingt dernières années. Un certain nombre de tendances s'y sont fait jour dans des sens divers. On a pu dire qu'elle était devenue de plus en plus électromagnétique, statistique, discontinue et relativiste. On retrouve ces divers aspects dans le livre si vivant que vient de consacrer M. Courtines à l'état actuel de la physique. La relativité, l'hypothèse atomique, l'électron, la constitution de la matière, les états physiques de la matière (gazeux, liquide, mésomorphe, solide), l'optique, l'électricité, les métamorphoses de la molécule et de l'atome, les agrégats moléculaires, telles sont les principales questions dont l'auteur nous fait une exposé au courant des plus récentes acquisitions de la science.

Il pourrait même sembler, en lisant ce petit livre, que la physique est née d'hier et que nos pères étaient des gens bien arriérés. C'est peut-être attacher beaucoup trop d'importance aux théories et oublier que les acquisitions patientes de la science expérimentale antérieures à 1890, forment bien encore l'ossature de la physique, même ultra-moderne.

L'auteur croit-il à la validité de démonstrations aussi simples que celles qu'il nous propose pour prouver qu'aucune vitesse ne peut dépasser celle de la lumière ? « Bien entendu, tout cet échafaudage croulerait s'il était possible de trouver un procédé de signalisation plus rapide que la lumière; une cause pourrait alors produire son effet avant l'époque où elle intervient d'après la définition physique que nous venons de poser; le principe de causalité serait en défaut. C'est pourquoi nous affirmons que *nulle vitesse au monde ne saurait dépasser la vitesse de la lumière* ». Que l'auteur se rassure, si un physicien découvrait un signal se propageant avec une vitesse supérieure à celle de la lumière, nous aurions pour le moins, un mois après, une demi-douzaine de théories extrêmement ingénieuses qui montreraient que ce résultat expérimental se concilie parfaitement avec la théorie de la relativité, tout au moins avec une relativité nouvelle.

M. Courtine parle, p. 5, de la théorie de Maxwell comparable « pour la puissance et l'harmonie, à celle que Newton avait édifiée sur les observations de Copernic ». En ce qui concerne l'harmonie des théories de Maxwell, le lecteur pourra se reporter aux ouvrages par lesquels H. Poincaré et P. Duhem ont essayé de débrouiller l'œuvre de Maxwell et ont montré qu'en bien des points elle renfermait des hypothèses inconciliables.

P. 206, l'auteur explique comment, pour observer les phénomènes de diffraction avec des réseaux tracés sur verre, il faut que le réseau renferme, par millimètre, un nombre de traits « voisin du millier ». Or, on observe très bien des phénomènes de diffraction avec des réseaux comprenant 40 à 50 traits par millimètre qu'on peut tracer soi-même avec une machine à diviser ordinaire. Un peu plus loin, il nous dit que « Rowland put loger 100.000 traits au millimètre sur une surface d'une dizaine de centimètres carrés »; en réalité, les réseaux de Rowland comprennent de 500 à 600 traits par millimètre.

A. Bc.

Les doctrines chimiques en France du début du dix-septième à fa fin du dix-huitième siècle. Tome I, par Mme Hélène METZGER. In-8° de 496 pages. Presses Universitaires de France, Paris. — Prix : 25 francs.

Mme H. Metzger a entrepris une vaste étude sur l'évolution des doctrines chimiques depuis le début du XVII^e^ jusqu'à la fin du XVIII^e^ siècle. L'ouvrage qu'elle nous présente aujourd'hui va jusqu'au milieu du XVIII^e^ siècle. C'est une très belle étude, reposant sur une documentation abondante et sûre et l'auteur, qui possède une forte culture scientifique, a parfaitement su comprendre le sens, parfois obscur, des textes qu'elle a utilisés.

Elle nous montre par quelle évolution progressive et lente, la Chimie, profondément imprégnée de métaphysique et de mysticisme au début du XVII^e^ siècle, est devenue progressivement et tout à la fois expérimentale et rationnelle. Elle nous fait assister à la naissance, au triomphe et au déclin des théories corpusculaires et mécanistes qui, par le jeu de corpuscules suffisamment variés et ingénieusement conçus, pensaient expliquer les faits les plus complexes de la Chimie. Elle nous montre aussi le rôle important que jouèrent les préoccupations utilitaires, surtout d'ordre médical et pharmaceutique, dans les progrès de la Chimie dont l'objet se ramenait, pour beaucoup, à l'art de préparer les remèdes. On ne saurait, en quelques lignes, analyser ce travail si riche de faits et d'idées. Nous ne pouvons qu'en recommander vivement la lecture à tous ceux qu'intéresse l'évolution des doctrines scientifiques.

A. Bc.

Cours sur la physico-chimie des pétroles, par F. VLÈS. Leçons recueillies par Mlle Gex. In-8° de 200 pages. Vigot, éditeur, Paris, 1926. — Prix : 25 francs.

M. Vlès vient de publier les leçons qu'il a professées en 1922 à l'Institut du Pétrole de Strasbourg. Ces leçons ont été recueillies et rédigées par Mlle Gex. Il y envisage un très grand nombre de propriétés physico-chimiques : densités, solubilité, étude des huiles considérées comme système hétérogène, phénomènes d'adsorption, tension superficielle, viscosité et théorie du graissage, propriétés optiques, rigidité diélectrique, radioactivité. Sans doute existe-t-il d'autres propriétés telles que celles qui se rapportent aux effets thermiques, pouvoir calorifique, inflammabilité, théories de la distillation, etc., que l'auteur passe sous silence parce qu'elles font l'objet d'autres enseignements qu le sien. Mais l'ensemble qu'il nous présente forme un tout très intéressant, qui sera fort apprécié des techniciens. Toutes ces propriétés sont, en effet, étudiées du point de vue théorique et du point de vue pratique et c'est là une caractéristique très heureuse de l'enseignement qui devrait toujours être donné dans les Instituts techniques. Il n'est vraiment possible d'aborder les applications que s'il en possède les connaissances théoriques suffisantes et, par contre, les applications constituent une illustration de la théorie. Aussi l'ouvrage de M. Vlès intéressera-t-il également les physiciens et les physico-chimistes.

A. Bc.

An introduction to surface chemistry, par E.-K. RIDEAL. In-8° de 336 pages avec figures. Cambridge University Press, 1926. — Prix : 18 sh.

L'importance que présente la connaissance précise de la structure et des conditions d'équilibre relatives aux surfaces de séparation entre phases homogènes ne saurait être exagérée en ce qui concerne les divers problèmes qui intéressent les physico-chimistes. Elle intervient dans les études relatives à l'adsorption, à la formation et à la stabilité des systèmes dispersés, dans la catalyse, dans les problèmes que soulève le fonctionnement de la cellule vivante, etc. L'auteur nous donne une excellente étude critique de tout ce qui concerne l'étude des tensions superficielles tant du point de vue expérimental que du point de vue thermodynamique. Il étudie successivement : les tensions superficielles des liquides et des solutions, les couches superficielles de substances insolubles, les propriétés des surfaces de séparation entre liquide et liquide, entre gaz et solide, les conditions de stabilité des suspensions et des émulsions, les colloïdes. Son ouvrage sera précieux aux physiciens et aux chimistes qui désirent se mettre au courant des travaux si nombreux dont cette branche de la physico-chimie a été l'objet au cours de ces dernières années. Il constitue une excellente préparation à qui veut aborder l'étude des problèmes de la chimie colloïdale.

A. Bc.

Manipulations de Chimie analytique appliquée, par M. FRANÇOIS, Docteur ès sciences, Chef de Travaux chimiques à la Faculté de Pharmacie de Paris. In-8° de 308 pages avec figures. *Deuxième édition*, E. Le François, éditeur, Paris. —

Cet excellent ouvrage répond au programme des travaux pratiques d'analyse chimique de quatrième année des Facultés de Pharmacie, mais il ne s'adresse pas seulement aux étudiants. Il rendra de très grands services à toutes les personnes possédant des connaissances générales en chimie et analyse chimique, qui désirent se perfectionner dans la pratique de la chimie analytique appliquée.

Il abonde en détails opératoires précis et présente le grand avantage de ne donner pour chaque cas qu'une seule méthode : celle que la longue pratique de l'auteur lui a montrée la plus sûre et la plus sérieuse. La première partie de l'ouvrage porte sur l'analyse des médicaments (121 pages); le reste du volume est consacré à l'analyse des matières alimentaires, aux analyses biologiques et toxicologiques. Enfin, dans un appendice réservé à la diagnose des espèces chimiques, on trouve toutes les indications utiles pour caractériser par voie chimique un certain nombre de produits et médicaments organiques importants.

A. B.

Les automobiles sans pétrole. L'alcool d'industrie, par A. RICHARD, Professeur de chimie organique à la Faculté des Sciences de Bordeaux. In-8° de 222 pages (*Encyclopédie Léauté*, 2^e^ série). Masson et Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix : 18 francs.

Pour donner un exposé complet du problème de l'industrie de l'alcool, il aurait fallu disposer de plus de place que n'en permet l'étendue des volumes de l'Encyclopédie Leauté. Aussi, l'auteur s'est-il borné à n'étudier que l'un des côtés de la question, l'alcool d'industrie, en réservant pour des publications ultérieures l'alcool de bouche, et l'alcool de synthèse.

On ne cherchera pas dans ce petit volume un Traité de chimie, ni un Manuel de fabrication. Mais on aura plaisir à y trouver un exposé critique de tous les procédés de fabrication de l'alcool qui se sont tellement multipliés ou perfectionnés dans ces dernières années. Un premier chapitre étudie la préparation de l'alcool à partir des matières sucrées naturelles (alcool de betteraves, de mélasses, de topinambours, etc). Un second est consacré aux alcools de matières amylacées, désignés souvent sous le nom d'alcool de grains. Un troisième chapitre étudie les moyens d'obtenir l'alcool éthylique en partant des matières cellulosiques. Un dernier passe en revue les différents procé-

dés qui ont été proposés pour obtenir l'alcool absolu, si important pour la préparation du carburant national.

L'auteur suppose connues les propriétés chimiques et physiques de l'alcool. Il ne dit des phénomènes de fermentation et de distillation ainsi que des appareils utilisés que ce qui est strictement nécessaire pour comprendre les méthodes indiquées. Ainsi conçu, son livre est d'une lecture facile et forme un tableau saisissant d'une industrie particulièrement importante pour notre pays.

J. B.

Le tempérament nerveux, par le Dr Alfred ADLER; traduit de l'allemand par le Dr ROUSSEL. In-8° de 362 pages de la bibliothèque scientifique. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Livre solide et bien informé, utile et substantiel, nourri de doctrine et de savoir professionnel, dans sa 1re partie que l'auteur désigne modestement sous le nom de « *Vues théoriques* »; riche en observations, en constatations et en expériences de spécialiste averti, dans la 2e partie, de beaucoup la plus étendue, présentée sous la rubrique d' « *applications pratiques* ».

Le Dr Adler appartient à cette génération de médecins Viennois contemporains qui se sont fait une réputation retentissante et parfois enviable, par leurs travaux sur les formes normales et anormales à tavers lesquelles s'affirment l'individualité du caractère, la mentalité de la personne et les variétés dans la *psyché*. Jusqu'à ce jour, le plus connu de ces savants est le Dr Freud, auquel tous les autres du groupe autrichien ou allemand semblent se rattacher, soit qu'ils s'enrôlent dans son école, soit qu'ils s'en écartent, en combattant plus ou moins ouvertement les théories systématiques du maître. Parmi ces derniers se range le Dr Adler. Ce n'est pas qu'il ne doive beaucoup même à l'influence freudienne; car tout en discutant à chaque pas et réfutant quelquefois victorieusement les hypothèses de Freud, il lui emprunte avec bonheur ses procédés d'investigation ingénieuse et de psychanalyse approfondie. En un mot, s'il se montre *anti-freudiste* quant à la doctrine, il est nettement *freudiste* quant à la méthode. — Qu'on en juge.

Tandis que Freud adoptant un point de vue exclusif, et par conséquent rétréci, fonda toute sa psychiatrie sur le traitement des divers cas de la *libido*, et, en particulier de la *libido* sexuelle, le Dr Adler propose une interprétation plus large, plus générale et ainsi plus scientifique. Les névrosés, les paranoïaques, hommes et femmes, — et peut-être la femme plus encore que l'homme — sont affligés d'un *moi* capricieux et instable qui a le malheur de se trouver en état de déséquilibre avec les milieux multiples auxquels il est assujetti de par les conditions implacables et les nécessités inéluctables de la vie physique comme de la vie spirituelle : milieu cosmique et matériel, milieu familial et domestique, milieux sociaux ou électifs. Le névropathe subit leur domination et leur emprise sur sa faiblesse mentale. Il voudrait y soustraire son infériorité dont il a une intuition profonde et le sentiment angoissant. Dans cette lutte continuelle et impitoyable, il est obligé de se raidir à chacune de ses crises névrotiques, qui se succèdent sans trève, contre l'ambiance hostile ou fictivement supposée telle par son imagination débridée. Il fait donc un appel désespéré à ce que l'auteur nomme la *protestation virile*, source de compensations escomptées par les patients. Tel est l'essentiel de la thèse du Dr Adler. Le rôle du praticien psychothérapeute consiste à aider son malade à franchir sans encombre les périodes laborieuses de neuro-psychasthénie. Il y réussira, grâce à la connaissance de plus en plus étudiée de son malheureux client, par la persuasion, par son ascendant intellectuel et moral, par l'empire de sa volonté sur l'aboulie et la volonté de son astucieux et redoutable jouteur. Mais sa tâche n'est pas aisée.

L'ouvrage est illustré de nombreux exemples, dont l'exposé, peut-être un peu redondant et monotone, est emprunté aux souvenirs personnels d'une carrière médicale bien remplie. La traduction limpide du Dr Roussel en rend la lecture facile et attrayante. Cette lecture est à la portée de quiconque s'intéresse à ces phénomènes de névrose, de psychose, de pathologie mentale, et que n'effaroucherait pas trop une rédaction d'une technicité inévitable, dont les détails et les termes peuvent souvent paraître scabreux.

LOUSTAU-CHARTEZ.

Science : Leading and Misleading, par Arthur LYNCH. In-16 de 150 pages Murray, London.

Pour donner à ce livre tout son sens, il faudrait le rattacher à ceux dont il est la suite (les *Principes de psychologie*, l'*Ethique*, etc.), en exposer, en discuter les thèses : nous ne pouvons ici qu'en signaler l'intérêt, en définir l'objet et en caractériser l'esprit. Il s'adresse aux philosophes, aux savants proprement dits, à tout homme sans culture spéciale qui s'intéresse à la science et fait usage de sa raison. Il est un livre de doctrine qui a l'allure d'un livre de combat. Il vise le progrès de la science et l'affranchissement des esprits. Il passe en revue les différentes sciences, en trace à grands traits l'histoire, suit la marche progressive de chacune à travers tous les obstacles dressés devant elle : fautes de méthode, erreurs de doctrine, que la tradition consacre, que l'autorité défend; il en dégage les notions fondamentales, les tendances et la direction vraies; il en étudie la forme la plus élaborée et la plus actuelle, remontant aux principes, à « l'idée germinale » des théories, qu'il soumet à une critique vigoureuse, sans ménagement pour les personnes, sans autre souci que celui de l'exactitude, de la précision des notions et de la rigueur du raisonnement. Lynch joint au respect et au culte de la science une entière liberté de jugement. Les grands noms ne lui en imposent point; il sait ce qu'ils cachent de faiblesses humaines, étroitesses d'esprit, défaillances du caractère, et qu'ainsi une ombre, toujours, se mêle à leur éclat. Ceux qui ont d'abord le plus avancé la science l'ont souvent ensuite le plus retardée; sous leur autorité s'est abritée l'erreur, s'est édifiée la tradition officielle et sacro-sainte, le plus grand obstacle au progrès. C'est cet obstacle qu'il faut renverser. Lynch s'y emploie avec toute l'ardeur d'un beau zèle. Il ne se laisse pas séduire, il ne ménage pas ses amis, par exemple Spencer; il refuse à son œuvre toute valeur scientifique, il ne voit en lui qu'un « amateur » qui a illustré, développé dans tous les sens l'idée d'évolutions, mais ne l'a pas creusée, approfondie. Il est dur, sévère, sans être injuste, pour Kant; il lui fait expier la réputation usurpée dont il jouit. Mais c'est lorsqu'il arrive aux contemporains que sa critique nous paraît la plus mordante, la plus agressive, car il persifle nos engouements et brûle nos idoles. Il passe au crible la science d'Einstein qu'acclame la badauderie d'un public ignorant; il dénonce la mégalomanie constructive, le charlatanisme impudent autant qu'impudique de Freud, son jargon pédant et ce qu'il appelle son « rococo ». La philosophie subtile de Bergson lui paraît décevante; il nous la montre dépouillée de son « style magique » chez

son disciple Wildon Carr. Un brillant esprit comme B. Russel ne trouve pas non plus grâce devant lui : il lui demande compte de ses dons et ne lui pardonne pas son insuffisance foncière, son caractère « inoffensif ». C'est un juge impitoyable, mais il motive ses arrêts, il prouve tout ce qu'il avance. Son opinion, toujours fondée, est celle d'un compétent que révoltent la légèreté et l'incompréhension du public. Il relève les erreurs comme dangereuses, et ne le fait point sans remonter à leur source; mais il a surtout en vue de dégager les vérités fécondes, d'en montrer l'enchaînement logique et la belle ordonnance dans le temps. Il dédie son livre à tous ceux qui ont le souci de la vérité scientifique et du sort qui lui est réservé dans le monde; il vise à remuer les esprits et à éclairer l'opinion. On ne peut qu'applaudir à une telle entreprise et lui souhaiter le succès. L. DUGAS.

Contre Freud. Critique de toute psychologie de l'inconscient, par Jean BODIN. In-8° de 100 pages. Masson et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 14 francs.

Examen du freudisme au point de vue, non seulement psychologique, mais aussi métaphysique et moral. L'auteur ne se borne pas à reconstruire le système dans ses grandes lignes et à le démolir pièce par pièce : il en cherche les soubassements, qu'il qualifie de matérialistes, et les prolongements possibles, qu'il croit dangereux. Ne s'agit-il pas d'une nouvelle forme du pessimisme, et qui a déjà mené au suicide quelques trop fervents disciples ? En face de cet édifice branlant, M. Bodin trace le plan de la psychologie de l'avenir, elle doit, d'après lui, nier radicalement l'Inconscient, et toute persistance du passé comme tel; elle doit faire partie du postulat dualiste et du principe de l'assimilation perpétuelle.

De l'originalité, de l'élégance, une documentation abondante (je signale spécialement les notes finales sur quelques à côté du freudisme et le parallèle entre Bergson et Freud), des tendances à la phraséologie et à la caricature; mais certains traits portent bien, tel celui-ci : « Ce système (freudien) est aussi haïssable que l'aimant, puisqu'il attire et ne retient pas... Cela sent trop le parvenu de la philosophie » R. T.

Où chercher le réel ? *Cahiers de la Nouvelle Journée*, n° 9. Un volume in-8° de 222 pages. Blond et Gay, éditeurs, Paris.

Recueil d'études dues à différents collaborateurs, mais groupées toutes, comme dans les précédents volumes de cette excellente collection, autour d'une idée centrale. Cette idée, c'est M. J. Chevalier qui, en une magistrale introduction, s'est chargé de la formuler et de la justifier. La science de notre temps, héritière de Bacon et de Descartes, pour connaître la nature, n'y relève que ce qui se répète, ce qui se mesure, ce qui peut se ramener à des lois mathématiques : elle abstrait, simplifie, généralise. Il n'est pas question d'y renoncer, ni même de la combattre : ce serait ridicule, et inutile. Mais on ne doit pas non plus dissimuler ses limites, ses échecs, ses insuffisances, surtout dans le règne de la vie et dans celui de l'homme. A côté, sinon au-dessus d'elle, n'y a-t-il pas place pour une science du concret, de l'individuel, du complexe, pour une connaissance plus interne, plus souple, plus difficile, certes, mais aussi plus profonde, plus utile souvent, et en tout cas plus adéquate à son objet ? J. Chevalier le croit, et il le prouve. De cette science, qui est peut-être celle de l'avenir, il démontre la nécessité, déjà ressentie à plusieurs reprises par de grands penseurs, et le fondement, qui n'est autre que l'intellection divine; et il répond aux objections qui lui ont été adressées. Puis A. Foust indique quelques-unes des applications possibles de cette recherche du singulier en métaphysique, A. Bouyssonnie en Biologie, le Dr Biot en Médecine, A. Bridoux en Psychologie, A. Rouast et M. Legendre dans les sciences juridiques, historiques et sociales.

Nous signalons tout particulièrement à l'attention des spécialistes l'article où M. Bouyssonie résume sa large et originale théorie de la vie, et celui où M. Legendre condense ses vues très suggestives sur la philosophie de l'histoire, en montrant la nécessité de réintégrer dans le cours des évenements humains l'action de la Providence et de la Liberté. R. TROUPE

Education. Science. Patrie, par Lucien POINCARÉ. In-8° de 248 pages. (*Bibliothèque de philosophie scientifique*). Flammarion, éditeur, Paris, 1926. — Prix : 10 francs.

On a réuni, sous le titre de « Education. Science. Patrie », un certain nombre d'études du grand universitaire à l'esprit élevé que fut Lucien Poincaré. Ces études, qui portent sur les buts généraux de l'éducation, les méthodes particulières des sciences, l'éducation pendant la guerre et après la guerre, seront lues avec profit par tous ceux qui s'intéressent aux problèmes si passionnants et si controversés que soulève la formation intellectuelle de la jeunesse française. A. Bc.

Le pin maritime et la région landaise. In-4° de 115 pages avec des illustrations. Edité par le « Sud-Ouest Economique », 6, place Saint-Christoly, Bordeaux. Prix: 16 francs.

« Le Sud-Ouest Economique » vient de publier un très intéressant numéro spécial sur le Pin maritime et la région landaise. Cet ouvrage est entièrement imprimé sur des papiers de bois de pin maritime. La documentation étudie dans ses principaux chapitres : Les Forêts productrices de gemme en Europe et hors d'Europe; Description botanique et biologique du Pin maritime; la Forêts du Sud-Ouest; Production, Industrie, Commerce de la gemme et des produits résineux; le Bois; les Incendies forestiers; les sous-produits de la Forêt; les Fabriques de papier; les Arts; le Tourisme. S. R.

Aide-mémoire du vétérinaire, par le Dr HUGUIER, Vétérinaire principal de l'armée. Deux vol. in-16, 688 et 272 pages avec 326 et 15 figures. Baillière, Paris, 1926.

Il est inutile de rappeler les qualités de cet ouvrage d'un spécialiste bien connu par de nombreuses publications du même genre.

Dans les divers chapitres sont traités les sujets suivants : législation de la médecine vétérinaire, pathologie générale, maladies contagieuses, puis les différentes affections générales et les maladies des organes. La chirurgie, l'obstétrique, enfin le formulaire magistral, la police sanitaire et la jurisprudence.

C'est un guide sûr, non seulement aide-mémoire pour le vétérinaire diplômé, mais encore d'un précieux secours pour l'agriculteur éclairé qui veut s'instruire et comprendre tout ce qui concerne les maladies et accidents de son bétail. L. R.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Imprimerie P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 21 — 65e ANNÉE — 12 NOVEMBRE 1927

L'ŒUVRE SCIENTIFIQUE DE MARCELIN BERTHELOT

Il est des hommes dont le passage sur la scène du monde illumine et honore tous les continents et tous les âges. Tel fût Marcelin Berthelot. On lui doit, dans les branches les plus diverses du savoir, des découvertes fondamentales, assises inébranlables sur lesquelles ses continuateurs posent tous les jours des pierres nouvelles.

De bonne heure, « le philosophe avait inspiré et guidé le chimiste ». Ses célèbres causeries avec Renan sur « les éternels problèmes qui tourmentent l'esprit humain » lui avaient fait apparaître comme une profonde et grande vérité l'unité des forces de la nature. De cette conception, dont la hardiesse n'avait d'égale que la simplicité, naquit la synthèse chimique.

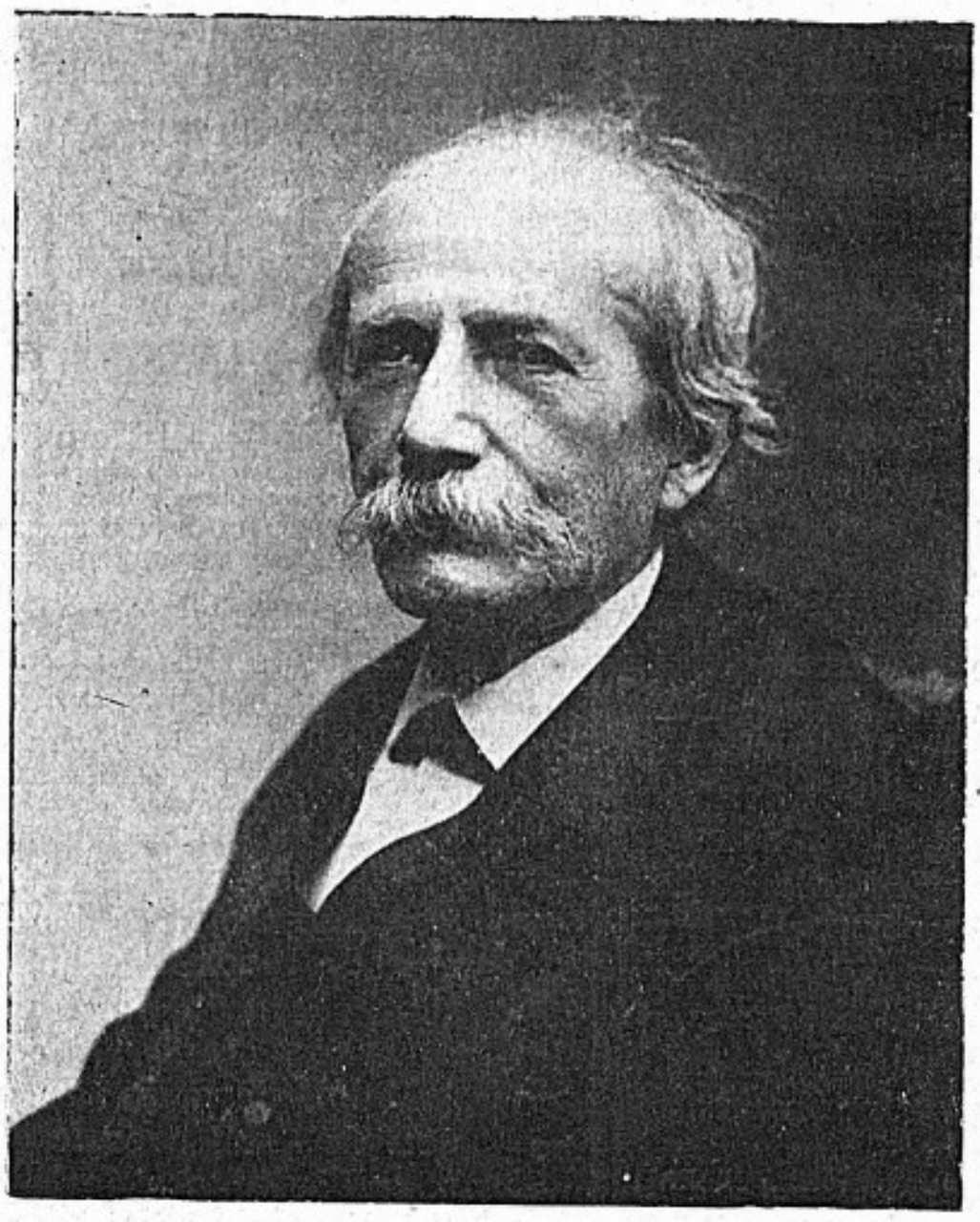


Fig 270 — Marcelin Berthelot.

Lavoisier, le fondateur de la Chimie moderne, et ses émules, par l'analyse des corps qui nous entourent, avaient reconnu, non sans surprise, une différence essentielle entre les matières minérales, comme la pierre ou le sable, et les substances propres aux animaux et aux végétaux, comme la graisse ou le sucre. Tandis qu'on rencontrait dans celles-là près de quatre-vingts éléments, irréductibles les uns les autres, les matières spéciales aux êtres vivants, malgré l'extrême variété de leurs apparences, se révélaient toujours comme composées des mêmes quatre corps simples : trois gaz, les plus répandus de tous, constituants de l'air et de l'eau, l'oxygène, l'hydrogène et l'azote, et un corps solide, le carbone élément principal du bois, de la houille et de tous nos combustibles.

Un tel contraste ne manifestait-il qu'un écart dans le degré de complexité? Ne tenait-il pas plutôt à une dissemblance de nature ? Pour répondre à cette question, les chimistes tentèrent de reproduire les corps composés en par-

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

tant de leurs éléments. Ils y réussirent sans peine pour les composés minéraux ; mais l'épreuve échoua toujours pour les nombreux composés organiques qui prennent continuellement naissance sous nos yeux. On en conclut que leur origine commune était nécessairement liée à la vie, et que l'intervention d'une force spéciale, qu'on appela *force vitale*, était la condition inéluctable de leur élaboration. . .

Pourtant, dès l'année 1828, le chimiste allemand Wœhler avait transformé une substance purement minérale, le cyanate d'ammoniaque, en un principe couramment répandu dans le règne animal, l'urée, et quelque temps après, en 1843, Kolbe avait de même obtenu en dehors de toute action vitale un corps entièrement identique à l'acide du vinaigre, l'acide acétique.

Le domaine des composés organiques n'était donc pas absolument inaccessible ? Mais on objectait que l'urée, l'acide acétique lui-même, n'étaient que des produits de destruction des véritables matières organiques, à la manière de l'ammoniaque, du gaz carbonique ; leur synthèse n'avait donc pas un caractère décisif, et l'on continuait à professer que la Chimie minérale est absolument distincte de le Chimie organique. C'est ainsi qu'en 1849, le grand chimiste suédois Berzélius résumait en ces termes la doctrine universellement admise : « Dans la nature vivante, les éléments paraissent obéir à des lois tout autres que la nature inorganique. Si l'on parvenait à trouver la cause de cette différence, on aurait la clé de la théorie de la Chimie organique ; mais cette théorie est tellement cachée que nous n'avons aucun espoir de la découvrir, au moins quant à présent. »

On pensait donc, couramment, qu'une force mystérieuse présidait souverainement à la formation des principes organiques, et Charles Gerhardt n'hésitait pas, dans ses célèbres leçons professées à l'Université de Montpellier, à déclarer « que le chimiste fait tout l'opposé de la nature vivante ; qu'il brûle, détruit, opère par analyse ; que la force vitale seule opère par synthèse ; qu'elle reconstruit l'édifice abattu par les forces chimiques ».

Avec cette profondeur de vues qui caractérisait son intelligence si pénétrante, Berthelot comprit que cette distinction radicale qu'on essayait d'établir entre la Chimie de la matière vivante et celle de la nature morte reposait sur un malentendu : « En proclamant — écrivait-il plus tard — notre impuissance absolue dans la production des matières organiques, deux choses avaient été confondues : la formation des substances chimiques, dont l'assemblage constitue les êtres organisés, et la formation des organes eux-mêmes. Ce dernier problème n'est point du domaine de la Chimie. Jamais le chimiste ne prétendra former, dans son laboratoire, une feuille, un fruit, un muscle, un organe. Mais ce que la Chimie ne peut faire dans l'ordre de l'organisation, elle peut l'entreprendre dans la fabrication des substances renfermées dans les êtres vivants. Cette formation même et l'explication des métamorphoses pondérales que la matière éprouve dans les êtres vivants constituent un champ assez vaste, assez beau : la Synthèse chimique doit le revendiquer tout entier. »

L'idée directrice de Berthelot est clairement traduite par cette sorte de profession de foi, qui, « débordant le cadre de la Chimie, entre en plein domaine philosophique ». Toutes les découvertes du chimiste devaient apporter aux prévisions du philosophe une éclatante confirmation.

En mettant en œuvre la glycérine et certains acides, il reproduisit d'abord, en 1853, les graisses, huiles et beurres. A la vérité, comme les matières premières provenaient d'organes végétaux ou animaux, il n'y avait encore là que des synthèses partielles : simple prélude, en dépit de leur grand intérêt, aux reconstitutions intégrales à partir des éléments.

Le premier pas, combiner l'inerte carbone avec le plus léger des gaz, l'hydrogène, était le plus difficile. Cette union directe, considérée jusque là comme impossible, Berthelot la réalise dans l'œuf électrique sous l'influence de l'arc voltaïque, et il retrouve cet acétylène qu'avait entrevu Davy en 1833. Il en fait aussitôt la substance mère de la classe innombrable des carbures d'hydrogène. Condensé sous l'action de la chaleur, l'acétylène lui fournit simultanément, dans une réaction magnifique, quatre hydrocarbures très impertants : le benzène, le styrolène, le naphtalène, l'anthracène ; additionné d'hydrogène, il donne d'abord l'éthylène, dont l'union avec l'eau engendre l'alcool absolument identique à l'alcool de fermentation, puis l'éthane, et, finalement, le méthane, ce gaz inflammable que dégage la putréfaction des matières végétales dans la vase des marais, et que Berthelot transforme par oxydation en alcool méthylique ne différant en rien de l'esprit de bois. D'autres hydrocarbures sont obtenus, puis, par oxydation des hydrocarbures, d'autres alcools et des acides.

Voici, dans une série parallèle, la combinaison de l'eau avec le délétère oxyde de carbone sous l'influence de la chaleur, réalisant la synthèse, non moins féconde, de l'acide des fourmis rouges, l'acide formique, et jetant ainsi, « d'un geste de géant », un nouveau pont entre la Chimie minérale et la Chimie organique.

Voici encore la combinaison de l'acétylène avec l'azote dans l'arc électrique, qui donne l'acide cyanhydrique.

Arrêtons là cette énumération, nous n'en finirions pas, et résumons. En partant des élé-

ments libres eux-mêmes, carbone, hydrogène, oxygène, azote, Berthelot les avait combinés entre eux à l'aide des seules forces physiques, chaleur et électricité, créant ainsi de toutes pièces les composés organiques fondamentaux qui serviraient à préparer tous les autres.

Ces géniales synthèses produisirent un véritable bouleversement dans la Science. En ruinant définitivement le préjugé de la force vitale, en faisant sauter la barrière qui jusqu'alors séparait la Chimie minérale de la Chimie organique, elles ouvraient à la Chimie des horizons sans limite.

Sur la grande voie nouvelle frayée par Berthelot se sont engagés à sa suite les chimistes de tous les pays. Et grâce, par ailleurs, au perfectionnement ininterrompu de cet admirable instrument de travail, de ce guide sûr pour la recherche, qu'est la Théorie atomique, la Synthèse chimique n'a pas cessé, depuis un demi-siècle, d'enrichir la Science et d'étonner le monde par l'infinie variété des découvertes. La Synthèse des corps sucrés a suivi celle des corps gras, et la Synthèse de la classe des composés organiques les plus difficiles à reproduire, les albuminoïdes, est dans un état d'avancement qui fait augurer pour un proche avenir une nouvelle et définitive conquête. Par ailleurs, c'est par dizaines de milliers chaque année qu'il faut compter aujourd'hui les substances nouvelles, semblables ou supérieures aux produits naturels, que la Synthèse chimique tire pour ainsi dire du néant, pour le plus grand bien de l'humanité : couleurs de la houille dont l'éclat l'emporte sur celui des couleurs minérales ou végétales ; parfums identiques ou analogues aux principes odorants de la vanille et du musc, aux aromes délicats de la violette et du muguet ; et, par dessus tout, cette série sans fin d'analgésiques, d'anesthésiques, d'hypnotiques, d'antithermiques, d'antiseptiques, de spécifiques de toutes sortes, gloire de la pharmacopée nouvelle, armes de plus en plus puissantes contre la maladie, la souffrance et la mort.

De puissantes industries sont basées sur ces découvertes, d'innombrables brevets sont délivrés dans tous les pays pour la fabrication de composés nouveaux que la nature n'a jamais créés. Si l'on songe au nombre immense de synthèses organiques qui ont suivi les synthèses fondamentales de Berthelot, la possibilité pour le chimiste de réaliser toute synthèse théoriquement possible semble désormais hors de doute. Et ainsi la Synthèse chimique apparaît, à qui observe et réfléchit, comme un des plus beaux et des plus utiles monuments qu'ait édifiés l'intelligence humaine.

L'unité des forces qui agissent dans la nature minérale et chez les êtres vivants fut la première grande conception scientifique du maître. Pour bref qu'ait été cet exposé de la doctrine et des confirmations expérimentales, nous espérons en avoir assez dit pour donner la conviction qu'à défaut d'autres titres à l'admiration des hommes, elle assurerait l'immortalité au nom de Berthelot.

*
* *

Au cours des expériences qui aboutirent à la belle synthèse de l'acide formique par l'union de l'oxyde de carbone avec l'eau, Berthelot fut amené à constater que cet acide, composé *endothermique*, comme il dira plus tard, absorbe de la chaleur en se formant, tandis qu'il en dégage en se décomposant. Ce fut le point de départ (1864) de la seconde de ses grandes conceptions scientifiques, la *Mécanique chimique fondée sur la Thermochimie*.

Berthelot eut l'idée, comme l'eut de son côté le danois Thomsen, de mesurer les affinités par la chaleur libérée ou absorbée au moment des transformations. Ainsi seraient évaluées les énergies chimiques au moyen des mêmes unités que les énergies physiques et mécaniques, progrès capital qui soumettrait la Chimie à la férule de l'Energétique et de ses lois inexorables, à savoir : indestructibilité de la matière à travers toutes les métamorphoses, proclamée par Lavoisier ; indestructibilité de l'énergie dans toutes ses transformations, démontrée par Carnot, Mayer, Joule.

Berthelot poursuivit pendant plus de quarante années ses expériences thermochimiques. Il créa ou renouvela toutes les méthodes, constitua les appareils et formula les lois générales. Il publia plusieurs milliers de déterminations numériques, mine inépuisable de renseignements pour les calculs des physiciens, des chimistes, des physiologistes et des ingénieurs de tous les pays.

Par une extension aussi simple que saisissante, il montra que les lois de l'équilibre chimique sont analogues à celles de l'équilibre mécanique. Comme la pierre qui roule tend à descendre toujours plus bas et à épuiser toute son énergie gravifique, de même toute réaction chimique tend vers la formation du système de corps qui dégage le plus de chaleur. Tel est le célèbre *principe du travail maximum*.

S'il fut établi par la suite que cette règle n'est rigoureuse qu'au zéro absolu de température, on ne saurait contester que, même sous son exposé primitif, elle n'ait été et ne soit encore un guide pratique précieux pour la prévision des réactions chimiques.

Une des conséquences les plus importantes de ces recherches fut d'élever l'étude empirique des matières explosives à la hauteur d'une

science rigoureuse, fondée sur l'évaluation exacte de leur énergie, et de conduire à la découverte des poudres nouvelles, prévues par le calcul avant d'être réalisées dans le laboratoire et l'usine.

Tous les artilleurs se servaient encore à ce moment de la vieille poudre noire, dont l'emploi, mais non la formule, avait été perfectionné par l'expérience des siècles. Berthelot, dont l'attention avait été appelée sur ces problèmes au cours du siège de Paris, en 1870, alors qu'il présidait le Comité Scientifique de Défense Nationale, entreprit une série d'expériences qui vérifièrent ses vues d'une manière éclatante. En collaboration avec Vieille, il mesura la vitesse de propagation des phénomènes explosifs, au moyen d'appareils qui permettaient d'évaluer le dix-millième de seconde, et il découvrit un mode de propagation par *onde explosive* totalement insoupçonné jusqu'alors, où les vitesses d'explosion atteignent des milliers de mètres à la seconde. Le couronnement de ces recherches fut l'invention par Vieille, en 1884, de la poudre sans fumée, preuve irrécusable de la justesse des prévisions. Non seulement tout l'art de la guerre se trouva renouvelé par les découvertes de Berthelot et de Vieille, auxquelles il convient de rattacher celles de Mallard et Le Chatelier datant de la même époque, mais leurs applications rendirent d'importants services aux industries minières et aux grands travaux publics.

*
* *

Berthelot prêta toujours une attention particulière aux phénomènes de la vie. Là aussi, il parvint à ramener aux lois ordinaires de la Physique et de la Chimie des faits auparavant mystérieux. Il montra que les êtres inférieurs qui se développent dans les fermentations n'agissent pas par leur activité vitale, mais par les substances qu'ils sécrètent. La même étude le conduisit à rattacher les actions diastasiques aux actions catalytiques.

L'étude des diastases ne fut d'ailleurs, comme ses expériences sur la chaleur animale, qu'un épisode dans l'œuvre biologique de Berthelot. Les conséquences de toutes ces découvertes devaient fatalement l'amener à examiner les questions de Physiologie générale, et, par suite, celles qui intéressent l'*Agriculture*, cette « antique mère nourricière du genre humain » Il s'attacha beaucoup à ces dernières questions à partir de 1875. Il fonda à Meudon un laboratoire botanique où il poursuivit l'étude des agents naturels, et particulièrement de l'électricité, sur la végétation.

Depuis un petit nombre d'années l'emploi des engrais azotés (nitrates et sels ammoniacaux) avait amené de profondes transformations dans l'agriculture et augmenté le rendement des récoltes. Mais la vieille pratique agricole des jachères montrait que l'emploi de ces engrais n'est pas indispensable pour rendre au sol épuisé sa fertilité primitive : il suffit de l'abandonner à lui-même pendant un certain temps pour qu'il se régénère peu à peu. On ignorait tout du mécanisme de cette régénération.

A l'époque où Berthelot commença ses recherches de Chimie agricole, les agronomes et les chimistes n'admettaient pas, malgré les efforts de Georges Ville et de quelques autres savants, la fixation directe de l'azote atmosphérique par le sol ou les végétaux. Après de nombreuses tentatives, il parvint à constater que l'azote est absorbé par les plantes en végétation au sein d'une atmosphère close et placée dans un champ électrique, c'est-à-dire dans des conditions comparables à celles où s'exerce d'ordinaire l'action de l'électricité atmosphérique.

Par ailleurs, il était établi, depuis Cavendish, que les actions électriques provoquent la combinaison directe de l'oxygène et de l'azote atmosphérique ; les composés ainsi formés pouvaient être introduits par l'eau de pluie dans le sol. On savait aussi que les combustions vives, comme celle du charbon, déterminent la même combinaison. Berthelot se rendit compte que, si l'on évalue largement tous ces effets possibles, le poids total est très éloigné de répondre aux quantités énormes fixées par la végétation. Il crut dès lors devoir prendre le sol lui-même comme objet de ses études.

Par des expériences effectuées simultanément sur le sol et sur le haut d'une tour, il arriva à cette conclusion, absolument inattendue, que « les terres s'enrichissent en azote, aux dépens de l'atmosphère, par l'intervention des microorganismes qu'elles contiennent en plus ou moins grande abondance ».

C'était là une découverte capitale pour l'Agriculture. Elle révélait une des plus actives parmi les causes de la fertilité du sol cultivé.

Après avoir été combattus, les résultats de Berthelot ont été définitivement confirmés, et même considérablement développés, par les travaux de Schloesing, Winogradski, Hellriegel et Wilfart. Qu'il suffise de rappeler la symbiose, découverte par ces derniers auteurs (1888), entre certains microbes abondants dans le sol et les racines des légumineuses (trèfle, luzerne), symbiose qui aboutit à une fixation d'azote atmosphérique par cette famille de végétaux qualifiés depuis longtemps de plantes améliorantes, d'où la pratique ancienne des assolements.

D'autres travaux, moins brillants peut-être, mais d'un haut intérêt cependant pour la physiologie végétale et l'agronomie, furent exécutés par Berthelot, avec la collaboration de Gus-

tave André (1883-1896). Visant à connaître l'allure générale de la vie végétale, ils ont fourni, en quelque sorte, l'équation chimique pondérale d'une plante annuelle pendant son évolution, depuis la mise en terre de la semence initiale jusqu'au moment où la semence finale est reproduite par le végétal arrivé au terme de son développement. C'était la première fois, au moins dans cette mesure, que l'on étudiait la végétation dans son ensemble, au point de vue chimique, par des déterminations précises, portant sur la totalité des poids relatifs des principes multiples de la plante. Les données recueillies ont été précieuses pour la pratique agricole.

Mais l'œuvre de Berthelot est inépuisable, et je dois me borner.

*
* *

Il est cependant encore, dans l'œuvre chimique de Berthelot, des travaux d'un ordre particulier, qu'on ne saurait négliger.

La tournure philosophique de son esprit devait, en effet, lui inspirer le désir d'approfondir les origines de la Chimie, origines restées jusqu'alors fort obscures. Joignant une culture littéraire exceptionnelle à la plus large instruction technique, il disposait de moyens incomparables pour poursuivre avec fruit des recherches sur les faits et les idées chimiques de l'Antiquité.

La nature des débris laissés par les civilisations égyptiennes lui avaient fait penser qu'elles ont comporté des connaissances de chimie pratique déjà développées, où des conceptions rationnelles se mêlaient avec le surnaturel, auquel l'Alchimie a, jusqu'au dix-huitième siècle, accordé un rôle prépondérant. « L'Alchimie, disaient ses adeptes, est la doctrine sacrée, révélée par Hermès à ses prêtres ». Berthelot s'attacha avant tout à discerner la part du rationalisme dans le mysticisme, d'origine orientale et gnostique, qui formait le fond des doctrines chimiques les plus anciennes qui soient parvenues jusqu'à nous. Il étudia les manuscrits grecs relatifs à la chimie de l'antiquité, conservés dans quelques grandes collections européennes, mais restés jusqu'alors inédits. Il traduisit les plus importants, depuis le papyrus de Leyde, qui date du III[e] siècle, jusqu'au manuscrit de Saint-Marc de Venise, écrit au X[e] siècel .Il vérifia la concordance des renseignements fournis par les papyrus trouvés dans les tombeaux de Thèbes et par les manuscrits des bibliothèques, dont les textes semblent d'ailleurs avoir été composés à une même époque. Il put reconnaître par quelle filiation les systèmes des Grecs sur la Matière et sur la Nature sont venus jusqu'aux temps modernes ; ils étaient adoptés en Egypte vers les débuts de l'ère chrétienne ; ils furent ensuite acceptés par les Arabes et par les savants du Moyen-Age, et appliqués à une pratique industrielle constamment perfectionnée. Ces systèmes étaient fondés sur l'idée de l'unité de la matière, qui conduisit les alchimistes à poursuivre la transmutation des métaux. Il est remarquable que l'hypothèse antique de l'unité de la matière, plus ou moins éclipsée par la découverte de corps simples irréductibles les uns aux autres, ait retrouvé tant de faveur auprès d'illustres chimistes du XVIII[e] et du XIX[e] siècle et soit même devenu de nos jours une réalité.

Berthelot a exposé ces travaux, seul ou en collaboration avec Ruelle, avec Rubens Duval ou avec Houdas, dans une série d'ouvrages qui apportent une contribution importante à l'Histoire des Sciences.

Enfin, dans un ouvrage intitulé la *Révolution chimique*, Berthelot exposa comment les recettes et doctrines chimiques ainsi transmises, presque immuables, à travers les âges, se sont tout à coup transformées, à la fin du XVIII[e] siècle, avec Lavoisier, en une science positive et expérimentale d'une prodigieuse fécondité.

Les branches les plus diverses du savoir humain ont été tour à tour abordées par l'intelligence encyclopédique de Berthelot. Bien que nous n'ayons parlé que de ses découvertes de Chimie, nous avons dû cependant laisser de côté une multitude de travaux, nous limitant aux principaux parmi ceux qui, par leur caractère général, font mieux apparaître les tendances et les aptitudes de ce grand esprit. L'ensemble a porté sur toutes les parties de la Science chimique ; il indique chez Berthelot des connaissances dont l'amplitude est tout à fait exceptionnelle.

Si quelques mots, pour terminer, pouvaient résumer encore ce trop rapide aperçu et lui donner une conclusion, nous dirons que les découvertes de Marcelin Berthelot ont joué un rôle essentiel dans l'édification et le développement de la Chimie moderne. La postérité placera son nom assez haut pour qu'il défie les siècles. Mais quand même l'avenir lointain viendrait à l'effacer de la mémoire des hommes, quand même le temps viendrait à user le bronze érigé à sa gloire, ce novateur de génie vivrait encore par l'influence de ses travaux sur la marche du progrès et de l'esprit humain.

CHARLES MOUREU,
de l'Académie des Sciences
et de l'Académie de Médecine,
Professeur au Collège de France.

(1) Discours prononcé, le 24 octobre 1927, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne (Commémoration du centième anniversaire de la naissance de Marcelin Berthelot).

AUTOUR DE DEUX CONGRÈS BIOLOGIQUES INTERNATIONAUX
ZOOLOGIE (*Budapesth, 10-4 sept.*), GÉNÉTIQUE (*Berlin, 11-17 sept.*)

Malgré toutes les incertitudes qui subsistent encore dans les rapports entre les nations, par la force des choses, la vie scientifique internationale se reconstitue peu à peu, et, en dehors de son intérêt du point de vue de la Science pure, on peut et on doit espérer que c'est un facteur bienfaisant pour la cause de la paix. C'est ainsi qu'au début de septembre avaient lieu, se succédant immédiatement l'un à l'autre, deux Congrès, qui avaient primitivement été fixés à l'année 1916, le X Congrès international de Zoologie, à Budapesth, le Vᵉ Congrès international de Génétique, à Berlin. Tous deux ont eu, par le nombre des participants, un succès dépassant les prévisions et qui témoigne des aspirations profondes du monde scientifique. A Budapesth, les organisateurs comptaient sur environ 500 membres, il y en a été inscrit 847. A Berlin, on en attendait aussi de 5 à 600 et il y en a eu plus de 1.100. Il faut certainement déplorer que, dans ces totaux, pour les deux cas, l'effectif français n'ait été que d'une dizaine de membres ; aussi, malgré l'apport des autres congressistes de langue française, celle-ci n'avait qu'une part trop restreinte. L'allemand était la langue dominante, de par le nombre des congressistes allemands et des congressistes des pays pour lesquels l'allemand est la langue seconde scientifique. Ces deux congrès, qui ont, dans les deux domaines correspondants, renoué la chaîne à treize et à seize ans d'intervalle, ont eu un incontestable intérêt scientifique. Encore que beaucoup des communications qui y ont été faites n'étaient, comme d'ordinaire, pas absolument nouvelles, on pouvait apprendre beaucoup par les démonstrations qui les accompagnaient, et le contact entre les hommes est toujours, en outre, un élément extrêmement fécond de ces réunions.

Il ne saurait s'agir ici de passer en revue tout ce qui y a été apporté. On peut dire d'ailleurs qu'à Budapesth comme à Berlin il y avait un gros excès de communications particulières (plus de 260 inscrites à Budapesth, 150 à Berlin). Il y a une sorte de point d'honneur pour beaucoup de congressistes à apporter une communication, et combien de celles-ci n'ont d'intérêt que pour un cercle trop restreint d'auditeurs ! L'un des premiers inconvénients de cette pléthore est de nécessiter la multiplication des sections spéciales, que leur simultanéité comme la limite où la capacité d'attention est atteinte, empêchent de suivre. Mieux vaudrait, — comme le vœu en a déjà été exprimé d'ailleurs, notamment par M. P. Pelseneer, au IXᵉ Congrès de Zoologie, à Monaco, en 1913, — donner tout au moins la place prépondérante à la discussion de quelques problèmes d'actualité mis à l'ordre du jour, et restreindre, dans une certaine mesure, les communications spéciales, celles surtout qui ne sont pas accompagnées d'une démonstration toujours fructueuse. Je formule ce désideratum à l'adresse des organisateurs des XIᵉ Congrès de Zoologie et VIᵉ Congrès de Génétique.

***

Au IXᵉ Congrès de Zoologie de Monaco, en 1913, la ville de Budapesth avait été désignée comme le siège du Xᵉ Congrès pour 1916 et la présidence en avait été dévolue à M. G. Horvath, directeur de la Section zoologique du Musée national hongrois. Différée de onze ans, cette mission a trouvé cette année M. Horvath plus qu'octogénaire, mais il l'a accomplie avec une vaillance qui a été universellement admirée. Des séances générales ont eu lieu tous les matins, l'après-midi étant consacrée à celles des neuf sections spéciales instituées : *Zoologie générale*, *Anatomie et Physiologie*, *Cytologie expérimentale*, *Vertébrés*, *Invertébrés* (moins les Arthropodes), *Arthropodes*, *Zoologie appliquée*, *Paléozoologie et Zoogéographie*, *Nomenclature*. La Zoologie classique, étude taxonomique, morphologique et embryogénique des groupes, sans être délaissée, a évidemment dans la période actuelle une faveur moindre qu'autrefois.

Il faut noter cependant l'atmosphère de passion un peu paradoxale, que créent encore les questions de nomenclature. Une commission avait laborieusement travaillé toute la semaine qui précédait le Congrès, à présenter des résolutions, dont la discussion avait une allure de bataille et où, pour maintenir l'ordre, on allait, à chaque instant, jusqu'à évoquer le règlement de la Chambre des Communes. On doit noter avec mélancolie que le travail de cette section aux précédents Congrès, en ce qui concerne la loi de priorité, n'a pas toujours produit d'heureux résultats, car les règles formulées ont conduit assez souvent à substituer à des noms de types fondamentaux consacrés par l'usage et universellement employés, d'autres noms, peut-être plus authentiquement détenteurs de la priorité, mais après tout indésirables au point de vue de la clarté. Le purisme, en la matière, comme en d'autres, est certainement fâcheux et la spécia-

lisation sur les questions de nomenclature tend à créer une déformation professionnelle qui fausse les proportions et la perspective. En tout cas les discussions à ce sujet sont souvent véhémentes, et les vaincus ne cèdent pas toujours de bonne grâce.

La section de Cytologie expérimentale, organisée par Mlle Rhoda Erdmann, de Berlin, était, en fait, un congrès spécial, inclus dans le congrès général, et un peu trop individualisé. Son objet essentiel était la culture des tissus *in vitro*, l'*explantation* suivant le néologisme allemand ; c'est avant tout une technique ; elle est née des magnifiques recherches de M. R.-G. Harrison sur le développement embryonnaire des

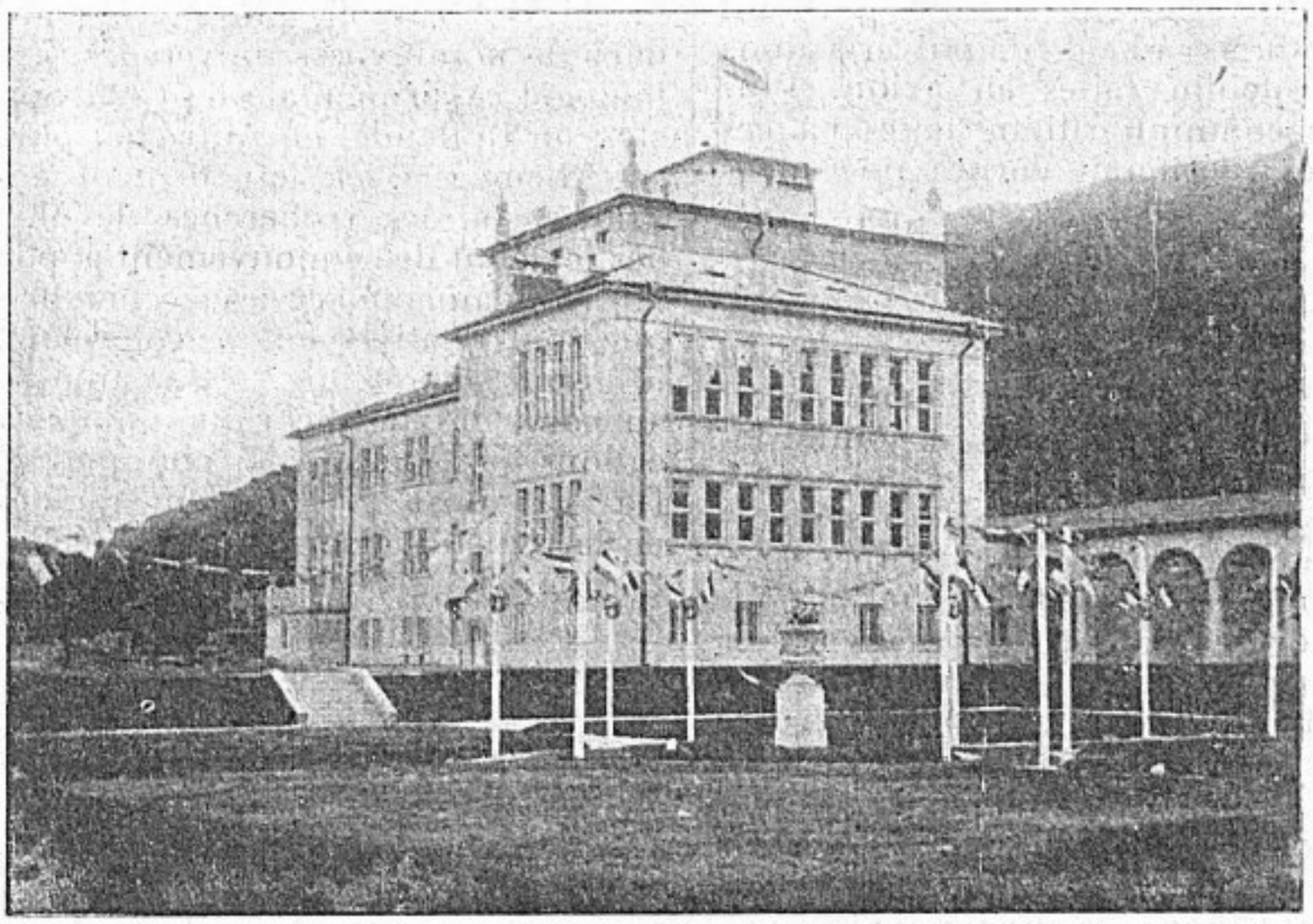


Fig. 271. — Station hydrobiologique de Tihany (Lac Balaton) 5 septembre 1927

fibres nerveuses des Batraciens, qui ont tranché en faveur de la conception du neurone la longue controverse sur le mode de formation des nerfs ; elle a permis récemment d'aborder de nombreux problèmes cytologiques, en particulier dans le domaine du cancer. Elle est mise en œuvre dans plusieurs laboratoires spéciaux, elle a des périodiques propres et la section de Cytologie expérimentale avait réuni à Budapesth un grand nombre de cytologistes éminents, qui n'avaient pas annoncé moins de 51 communications.

Les autres sections n'appellent pas d'observations particulières ; il ne pouvait être question de les suivre toutes et il est bien difficile de choisir ici entre les travaux qui y ont été présentés. J'ai, pour ma part, entendu avec beaucoup d'intérêt, entre autres, l'exposé par M. Absolon (de Prague) de ses explorations dans les grottes d'Herzégovine et de Bosnie, où, parmi de très nombreuses trouvailles (dont malheureusement la publication détaillée n'est pas encore faite) figure une Annélide polychète *Marisugia*), — par M. Ch. Pérez, du cycle évolutif des *Nectonema*, connus jusqu'ici seulement libres à l'état pélagique et qui en réalité accomplissent toute leur croissance comme parasites internes dans des Crustacés, notamment des Pagures. Beaucoup d'autres communications auxquelles je n'ai pas assisté devaient offrir aussi un réel intérêt, et le volume du Congrès renfermera certainement une riche matière.

Les séances générales — tenues, signes des temps, dans une salle de cinéma, en raison des facilités de projection qu'elle offrait, — étaient faites comme il convenait, d'exposés d'un intérêt étendu et d'un caractère synthétique, résumant souvent de longs travaux. Parmi les conférences qui, par la valeur de leur documentation et l'importance de leurs résultats mériteraient une mention spéciale, je signalerai ici, celle de M. H. Spemann (de Fribourg-en-Brisgau) résumant ses recherches d'embryologie expérimentale sur les Tritons, et en particulier les propriétés des *centres d'organisation* chez l'embryon; — celle de M. von Frisch (de Munich) sur les perceptions sensorielles (vision des couleurs, sensations olfactives et gustatives) et les communications interindividuelles des Abeilles : les faits étaient illustrés d'un film cinématographique très démonstratif et très élégant ; — celle de M. Stieve (de Halle), qui, par des documents

historiques précis, a montré le retentissement profond sur les glandes génitales, testicules ou ovaires, des actions subies par le soma du fait des agents extérieurs et ces données montrent avec quelle prudence il faut parler d'indépendance du soma et du germen; — celle de M. A. Vandel (de Toulouse) sur la Parthénogénèse géographique, où il a montré, par un ensemble de données très concluantes, la coexistence, chez une même espèce, dans des types très divers, d'une race bisexuée (amphigonique) ordinaire et d'une race obligatoirement parthénogénétique, l'aire d'extension de ces deux races conjuguées étant très inégale. — Dans un autre ordre d'idées, M. Komarec (de Prague) a montré, avec démonstration cinématographique, comment on combat avec succès l'invasion de chenilles de Bombyciens dans les forêts, à l'aide de pulvérisations d'arséniate de calcium faites en avion. Plus d'une autre des communications faites en ces séances générales mériterait encore une mention.

En dehors de ses séances, le Congrès comportait, comme il est d'usage, des réceptions qui ont témoigné de l'accueil chaleureux de nos hôtes hongrois, — gouvernement royal, autorités municipales de Budapesth, comité local d'organisation du Congrès — et des excursions, parmi lesquelles celle faite le 5 septembre au lac Balaton doit être mentionnée spécialement. Le Congrès y a visité en effet la nouvelle station hydrobiologique de Tihany, dont l'inauguration par le régent Horthy avait lieu précisément ce jour là. Nous n'avons pu qu'admirer la très belle installation de cette station, pourvue d'un outillage extrêmement complet et tout à fait moderne pour l'étude des problèmes les plus divers que posent la faune et la flore lacustre, problèmes zoologiques, physiologiques, de chimie physique, etc.... A chacun de ces aspects de la biologie lacustre correspondent des installations et laboratoires particuliers. La station elle-même est placée au bord du lac, dans un site très séduisant et des bâtiments spéciaux ont été construits pour loger le personnel et hospitaliser complètement les travailleurs. Il y a là un très bel ensemble, auquel le gouvernement hongrois n'a pas consacré moins de 1.500.000 pengos (7 millions de francs environ) et que doit compléter encore un aquarium destiné au grand public. On ne peut que souhaiter une brillante activité scientifique à un institut aussi complètement pourvu de toutes les ressources techniques.

La chaîne des Congrès internationaux de Zoologie a donc été renouée avec succès et il a été décidé que le XI[e] Congrès se tiendrait en 1930, en Italie, à Padoue, sous la présidence de M. Paolo Enriques, professeur de Zoologie à l'Université de cette ville

***

Le V[e] Congrès international de Génétique, à Berlin, sous la présidence de M. le professeur Erwin Baur, succédait immédiatement à celui de Budapesth. Le IV[e] Congrès avait eu lieu à Paris en 1911 et il avait fixé, pour le siège du V[e], Berlin, en 1916 ; celui-ci aura aussi été différé de onze ans.

La Génétique, ou étude expérimentale de l'Hérédité, est une branche très récente de la Biologie, car, abstraction faite des travaux des précurseurs, elle date de 1900 ; elle a pris un essor très rapide et actuellement très puissant, surtout dans les pays de langue anglaise : en Angleterre sous l'impulsion de l'éminent et regretté W. Bateson, plus encore aux Etats-Unis dans de nombreuses universités, à la Station de biologie expérimentale de Cold Spring Harbor, etc., en Hollande, en Autriche, plus récemment en Allemagne, et actuellement en Russie. En France, où les recherches de M. Cuénot ont dès le début de ce mouvement apporté des résultats fondamentaux, les recherches de Génétique sont relativement peu développées, malgré le grand intérêt que ce domaine présente, tant au point de vue théorique qu'à celui des applications pratiques, zootechniques ou agricoles. De 1911 à 1927, l'ampleur du développement de la Génétique se mesure à l'échelle comparative des Congrès de Paris et de Berlin, au rapport du nombre des congressistes, au fait qu'à Paris le Congrès n'avait pas dû être subdivisé, tandis qu'à Berlin il a fallu, pour la première fois, organiser parallèlement des séances générales et six sections spéciales : I. *Génétique générale*, II. *Génétique et Cytologie*, III. *Génétique des plantes cultivées*, IV. *Génétique des animaux domestiques*, V. *Hérédité chez l'homme*, VI. *Eugénique* ; sections très inégalement chargées, car, si certaines (IV et VI) ont pu épuiser leur ordre du jour en une séance, d'autres (I) n'ont pas réussi à terminer le leur à la fin du Congrès, malgré un travail assidu et très méthodique.

Dans les nombreuses communications faites à ces sections, j'éprouve ici le même embarras qu'en ce qui regarde le Congrès de Budapesth. De plus, dans l'ordre des résultats particuliers, chaque travail de génétique suppose la connaissance de nombreuses recherches antérieures sur l'analyse génétique de l'objet étudié, d'où une terminologie très spéciale qui s'oppose à des mentions trop brèves. Je me bornerai donc ici à une remarque d'ordre général et qui se trouve correspondre plus particulièrement au domaine de la section II (*Génétique et Cytologie*).

L'analyse génétique est basée surtout sur l'étude des résultats de croisements entre variétés, sur la composition des générations suc-

cessives issues d'un croisement donné ; on est amené ainsi à concevoir des unités représentatives ou *gènes*, à qui on attribue une autonomie assez complète, en même temps que des affinités particulières (*linkage*). Or, on a été amené à constater un parallélisme impressionnant de l'ensemble des résultats avec les données offertes par la cytologie, par l'étude des chromosomes du noyau. L'expression la plus complète de ce parallélisme est fournie par les recherches sur les Drosophiles, dont le protagoniste est Th.-H. Morgan (de New-York), assisté d'une série de brillants collaborateurs (Bridges, Sturtevant, Muller, etc.). Cela a conduit à localiser les gènes en des points bien déterminés des divers chromosomes et la cytologie offre ainsi une représentation matérielle de l'analyse génétique, assez fidèle pour qu'en raisonnant, à partir d'un certain moment, sur les données acquises, on puisse faire des prévisions que l'expérience vérifie d'une façon satisfaisante. C'est en somme le grand résultat d'ensemble de la Génétique, et il n'est pas mince, d'avoir substitué l'ordre et la prévisibilité au caprice qui était la caractéristique essentielle des phénomènes héréditaires. Au début, la signification des images cytologiques comme contrepartie de l'analyse génétique n'a pas été sans rencontrer une assez vive opposition. Le Congrès de Berlin a montré qu'il en est tout autrement maintenant : l'accord et l'appui mutuel des données génétiques proprement dites d'une part, et cytologiques d'autre part, est certainement un des résultats les plus nets qui se dégagent des travaux du Congrès.

Le Congrès de Berlin a été très largement *chromosomiste*. Une place importante y a été tenue, en particulier, par les faits de *polyploïdie*. Le nombre normal des chromosomes (nombre qui est constant dans chaque espèce et tout spécialement dans les cellules germinales) étant $2n$ (ou nombre *diploïde*), et le nombre réduit (ou *haploïde*) caractéristique des gamètes (ovule définitif du spermatozoïde) étant n, on a signalé, dans ces dernières années, un assez grand nombre de cas — exceptions individuelles, variations accidentelles apparaissant et étant héréditairement transmises à des lignées, ou variétés stables constituées dans la nature — dans lesquels le nombre des chromosomes est un multiple de n plus grand que 2, d'où les états triploïde ($3n$), tétraploïde ($4n$), polyploïde (pn).

Chacun des n chromosomes du lot haploïde doit être considéré comme ayant sa physionomie propre et correspondant à des propriétés spéciales de l'organisme. Dans les états polyploïdes c'est tout le lot qui se trouve multiplié, et à cette constitution structurale du noyau cellulaire apparaissent comme nettement liées des modifications déterminées des propriétés de l'espèce ou de la race. Au Congrès de Berlin, les faits de cet ordre, constatés dans ces dernières années, ont été mis en valeur d'une manière très frappante, chez les végétaux et chez les animaux. Chez les végétaux, le nombre n se montre constant non seulement dans une espèce, mais souvent dans tout un groupe d'espèces voisines, qui sont, les unes par rapport aux autres, polyploïdes avec des coefficients variés. C'est le cas, par exemple, dans le genre *Rosa*, dans diverses formes de blé (*Triticum*), etc... Chez les animaux, M. C. Artom (de Pavie) a constaté, chez un Crustacé phyllopode, l'*Artenia salina*, deux variétés, l'une diploïde ($n=42$ $2n=84$) et bisexuée, où les femelles sont fécondées (amphigoniques), l'autre tétraploïde ($4n=168$) et obligatoirement parthénogénétique. Or la variété parthénogénétique tétraploïde montre un gigantisme indéniable, dans son ensemble, à ses divers stades, et même dans les dimensions de ses éléments cellulaires. C'est à des constatations du même ordre qu'arrive M. A. Vandel (de Toulouse), dans ses recherches sur les Isopodes terrestres du genre *Trichonicus* (*T. provisorius*), où la race parthénogénétique est triploïde et montre aussi du gigantisme. M. Blakeslee (de Cold Spring Harbor) a vu la pohyploïdie (triploïdie et tétraploïdie) se produire chez des *Datura* (plante de la famille des Solanées) et s'y traduire par des mutations très caractéristiques.

Non moins significatifs sont les cas où, au lieu du lot complet des n chromosomes, c'est seulement un ou plusieurs d'entre eux qui se répètent en excès, ou manquent et où cette variation chromosomique se traduit aussi par des mutations précises. Là encore, des faits assez nombreux ont été constatés ; M. Blakeslee en a enregistré méthodiquement une série chez les *Datura*. Des faits de cet ordre renforcent les idées sur l'individualité et la diversité qualitative des chromosomes, sur la signification même de portions de chromosomes, et on a cherché à interpréter sur cette base les diverses mutations des OEnothères de de Vries, qui ont fait, encore à ce Congrès, l'objet de nombreuses communications et discussions. M. Nawaschin (de Léningrad), une autorité en matière de cytologie végétale, chez certaines plantes, (*Crepis*) a saisi des corrélations entre la présence de une ou deux granulations chromatiques particulières (trabants) en liaison avec des chromosomes déterminés et des variétés de ces plantes, rares ou fréquentes, probablement homozygotes ou hétérozygotes.

Sur la base de ces données, l'étude cytologique des hybrides prend un intérêt spécial, car on est amené à observer comment se comportent les chromosomes de natures différentes et souvent en nombres différents, provenant du gamète paternel et du gamète maternel. Diver-

ses communications intéressantes se rattachaient à cet ordre de recherches, notamment pour les hybridations de céréales, et là ces problèmes sont en rapport avec des applications importantes.

Les communications faites en séance générale — dont certaines portaient sur les problèmes précédents — ont été pour la plupart d'un grand intérêt et mériteraient toutes une analyse. Je dois me borner ici à citer le discours inaugural du Congrès, par M. le professeur von Wettstein (de Vienne), qui a très sagement indiqué que les contradictions auxquelles conduirait une généralisation trop stricte des données actuelles de la Génétique avec la doctrine de l'Evolution, doivent tenir à ce que la Génétique n'a pas encore suffisamment abordé les phénomènes qui ont une portée réelle pour l'Evolution. M. Rosenberg (de Stockholm), se basant sur les faits de polyploïdie chez les plantes, a étudié les rapports entre la diversification des espèces et la multiplication des chromosomes ; M. Federley (de Helsingfors), à qui on doit de belles recherches sur l'hybridation chez les Lépidoptères et sur la cytologie des hybrides, a traité de l'allure des chromosomes chez les hybrides ; M. Pézard (de Paris) se plaçant au point de vue du physiologiste, a cherché à concilier les conceptions de la génétique et les mécanismes hormoniques dans la sexualité des Gallinacés ; M. R. Goldschmidt (de Berlin) a exposé, en se basant surtout sur l'étude de la sexualité, ses conceptions sur les rapports entre les *gènes*, tels que les conçoivent les généticiens et la manifestation extérieure des caractères de l'organisme ; M. Blakeslee (de Cold Spring Harbor) a résumé ses belles recherches sur les *Datura* et montré les rapports entre les diverses mutations obtenues et les variations dans la composition chromosomique du noyau ; M. Vavilof (de Léningrad), qui fait une étude géographique approfondie des nombreuses variétés de céréales, a exposé l'ensemble des données actuellement acquises à cet égard (Géographie des centres génétiques des plantes cultivées). Enfin, M. H.-J. Muller (d'Austin, Texas), à qui l'on doit une longue série de fructueuses recherches sur la génétique des Drosophiles, a exposé les brillants résultats qu'il a récemment obtenus sur ces mêmes mouches, en produisant expérimentalement un nombre très considérable de *mutations* par l'action des rayons X (1). Voilà donc la production de mutations rattachée à l'action de facteurs externes, sans qu'on puisse toutefois, au moins pour l'instant, faire de prévisions, sur la nature des mutations ainsi produites. Il n'est pas besoin de souligner l'intérêt exceptionnel de cette communication.

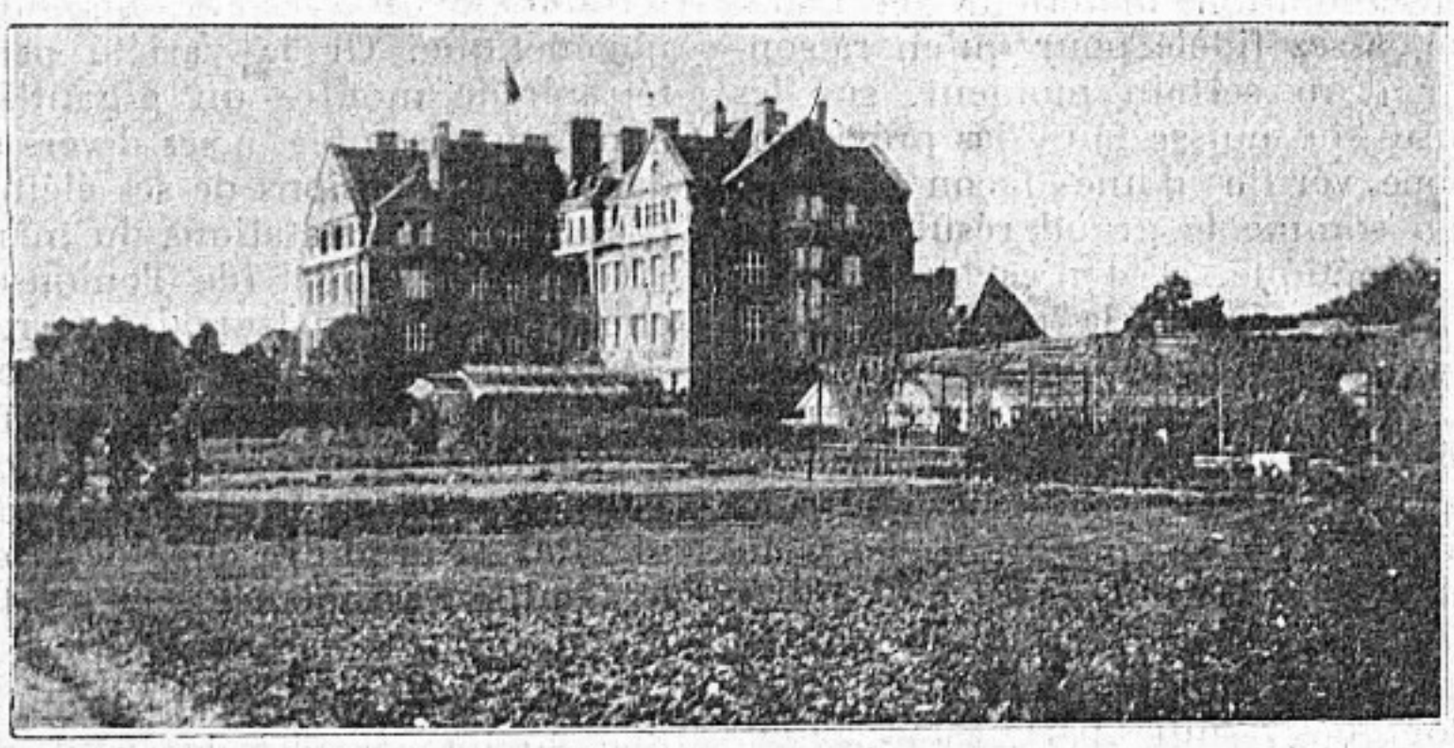


Fig. 272 — Kaiser Wilhelm Institut für Biologie. Berlin-Dahlem -- 15 septembre. 1927.

Comme on le voit, par ces trop sommaires indications, le Congrès de Berlin a été bien rempli et le volume des Comptes Rendus aura, pour l'état actuel de la Génétique, un intérêt indéniable.

Et, comme pour celui de Budapesth, il serait tout à fait injuste de ne pas signaler la très courtoise et très brillante hospitalité que les congressistes ont reçue à Berlin. Les distractions après le travail y ont été multipliées, réceptions par les divers ministres du Reich, par la municipalité de Berlin, représentations théâtrales, excursions, etc....

Ici encore, il y a lieu de souligner spécialement l'intérêt de l'une de ces excursions, la visite aux instituts biologiques de la *Kaiser-Wilhelm Gesellschaft* à Dahlem. Dahlem est un village au sud-ouest de Berlin, englobé aujour-

(1) Il semble que l'action des rayons ultra-violets et celle de la température doive produire également des mutations.

d'hui dans le Gross-Berlin, relié au centre par une ligne de métro et des tramways, possédant tous les perfectionnements de la viabilité de la capitale ; mais ses rues sont des avenues plantées, où des villas sont disséminées dans la verdure. Suivant un plan délibéré et avec de larges vues d'avenir, on a placé là le centre expérimental biologique du Berlin du xx^e^ siècle. L'Université de Berlin y a, quelques années avant la guerre, transporté ses laboratoires de Botanique (*Botanisches Museum, Pflanzenphysiologisches Institut, Institut für Pflanzen-und Ackerbau*) et son magnifique Jardin Botanique, qui n'a pas moins de 65 hectares .L'Etat y possède des laboratoires pour l'agriculture (*Biologische Reichsanstalt für Land-und Forstwirthschaft*), pour l'hygiène (*Reichsgesundheitsamt,, Landesanstalt für Wasser-Boden-und Lufthygiene*).

La *Kaiser-Wilhelm Gesellschaft fur Förderung des Wissenschaften* (Soc. Emp. Guillaume pour l'avancement des sciences) a été fondée vers 1910, sous le patronage actif de Guillaume II, à l'instar des grandes fondations américaines, telles que la Carnegie ou la Rockefeller, pour organiser des instituts scientifiques exclusivement consacrés à la recherche originale (1) et disposant de ressources considérables, fournies alors, au moins en grande partie, par des fondations particulières. Elle a été organisée en société civile, administrée par un Conseil, qui a tout d'abord acheté à Dahlem d'immenses terrains (plus de 100 hectares), sur lesquels s'édifient peu à peu des instituts pourvus au besoin de grands espaces libres (plusieurs hectares). Il y a ainsi maintenant à Dahlem une série d'Instituts de la Kaiser-Wilhelm Gesellschaft (K. W. I.), pour la Chimie, la Chimie Physique, la Biochimie (avec une annexe pour la culture des tissus). On inaugurait, pendant la semaine du Congrès, un Institut d'Anthropologie (*K. W. I. für Anthropologie, menschliche Erblichkeitsforschung und Euganik*). Il y a aussi des instituts de sciences appliquées (*K. W. I. für Faserstofforschung, K. W. I. für Silikatforschung*) (2). Dahlem est ainsi un centre scientifique considérable, placé à l'écart du bruit et de l'agitation, réunissant tout l'outillage de la grande ville aux avantages de la campagne.

Des divers instituts de Dahlem, trois rentraient dans le champ d'activité du Congrès : *K. W. I. für Biologie, I. für Vererbungsforschung, Biologische Reichsanstalt für Land-und Forstwirtschaft*). Une après-midi a été consacrée à leur visite.

Le *K. W. I. Institut für Biologie* est dirigé par le professeur Correns, un des maîtres de la Génétique, qu'une indisposition a malheureusement retenu à l'écart du Congrès. Il est ins-

(1) On trouvera, pour chaque exercice (octobre à octobre), des détails sur l'activité de la *Kaiser-Wilhelm Gesellschaft* et sur les travaux effectués dans ses instituts dans un des numéros de fin d'année de la Revue *Die Naturwissenschaften* qui est d'ailleurs son organe, en même temps que celui de la Société des Naturalistes et Médecins allemands.

(2) La *K. W. G.* possède beaucoup d'autres Instituts, plus ou moins importants et d'objets très variés. Je n'ai pas sous les yeux de liste qui soit à jour. Je relève dans le rapport de 1925 (*Die Naturwissenschaften*, 13^e^ Jahrg., n^os^ 49-50, 4 déc. 1925) en dehors de ceux qui sont cités ci-dessus : *K. W. I. für experimentelle Therapie*,(Dahlem) qui a été dirigé d'abord par Wassermann; *K. W. I. für Psychiatrie* (Munich), *K. W. I. für Hirnforschung* (Berlin), dirigé par O. Vogt, *K. W. I. für Arbeitsphysiologie* (Berlin), *K. W. I. für Kohlenforschung* (Mulheim sur la Ruhr), *Schlesisches K. W. I. für Kohlenforschung* (Breslau), *K. W. I. Eisenforschung* (Düsseldorf), *K. W. I. für Metallforschung* (Dahlem), *K. W. I. für Lederforschung* (Dresde), *K. W. I. für Physik* (Berlin), *K. W. I. für Strömungsforschung, verbunden mit der aerodynamischen Versuchsanstalt* (Göttingen). La Société subventionne aussi plus ou moins complètement des établissements tels que la *Station hydrobiologique de Plön* (Holstein), celle de Lunz (Autriche) et le *Musée Entomologique allemand* (Dahlem).Elle a assumé, de concert avec l'Académie des Sciences de Vienne, le fonctionnement des observatoires météorologiques du Hoher Sonnblick (près de Gastein) et de l'Obir, près de Klagenfurth. Elle annonçait, dans ce même rapport, la création d'un Institut de droit International à Berlin et divers projets d'autres Instituts à l'étude.

La K. W. G. comptait fin 1925, 365 membres (dont des collectivités comme des diverses provinces prussiennes, la ville de Berlin, l'Union des Caisses d'Epargne allemandes, etc...). Elle a, comme on peut s'y attendre, traversé depuis 1918 une période financière difficile. Sa fortune mobilière a été anéantie par l'inflation et le rapport de 1925 constate que les cotisations ne représentent qu'une très faible part des dépenses. Le Reich et l'Etat prussien lui ont fourni les moyens nécessaires.

Il vient d'être fait allusion à la crise par où a passé la K. W. G. Cette crise a naturellement été celle de toute la science allemande. Celle-ci, pour la surmonter, a usé de l'esprit d'organisation qui est inhérent à toute la vie allemand en fondant la *Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft*, qui dans la période critique a centralisé et réparti des ressources d'ordres divers et facilité l'existence ou l'entretien des bibliothèques, de l'édition scientifique, des recherches expérimentales, en permettant l'achat de matières, d'appareils, d'animaux d'expérience, en subventionnant des voyages scientifiques ou des recherches spéciales, et en maintenant les relations avec l'étranger. On trouvera un compte rendu détaillé de son rôle pendant la période quinquennale 1921-1925, qui, vu les circonstances économiques, a été la période héroïque de l'œuvre, dans le *Fünfter Bericht der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft* (Berlin, 1926, 360 p.), publié sous la direction de l'ancien ministre de l'Instruction publique de Prusse, Dr F. Schmidt-Ott, président du Comité. Ici ne s'applique pas le proverbe italien *Passato il pericolo, gabbato il santo*, car, le péril passé, l'organisme demeure et sert utilement la science allemande.

tallé dans un vaste et beau bâtiment à plusieurs étages, dont l'outillage, entièrement moderne, ne laisse rien à désirer. Il comprend en outre de grandes serres et de vastes champs d'expériences, ainsi qu'un insectarium. L'Institut lui-même est divisé en sections (*Abtheilungen*), dont les directeurs sont MM. Max Hartmann (Protistologie), O. Mangold (Embryologie expérimentale), R. Goldschmidt (Cytologie et Biologie de la sexualité), Meyerhof (Physiologie cellulaire), Warburg (Biochimie). L'insectarium est consacré aux recherches de M. Goldschmidt sur la sexualité des Papillons (*Lymanntria dispar*) et les matériaux de ces expériences y forment, à

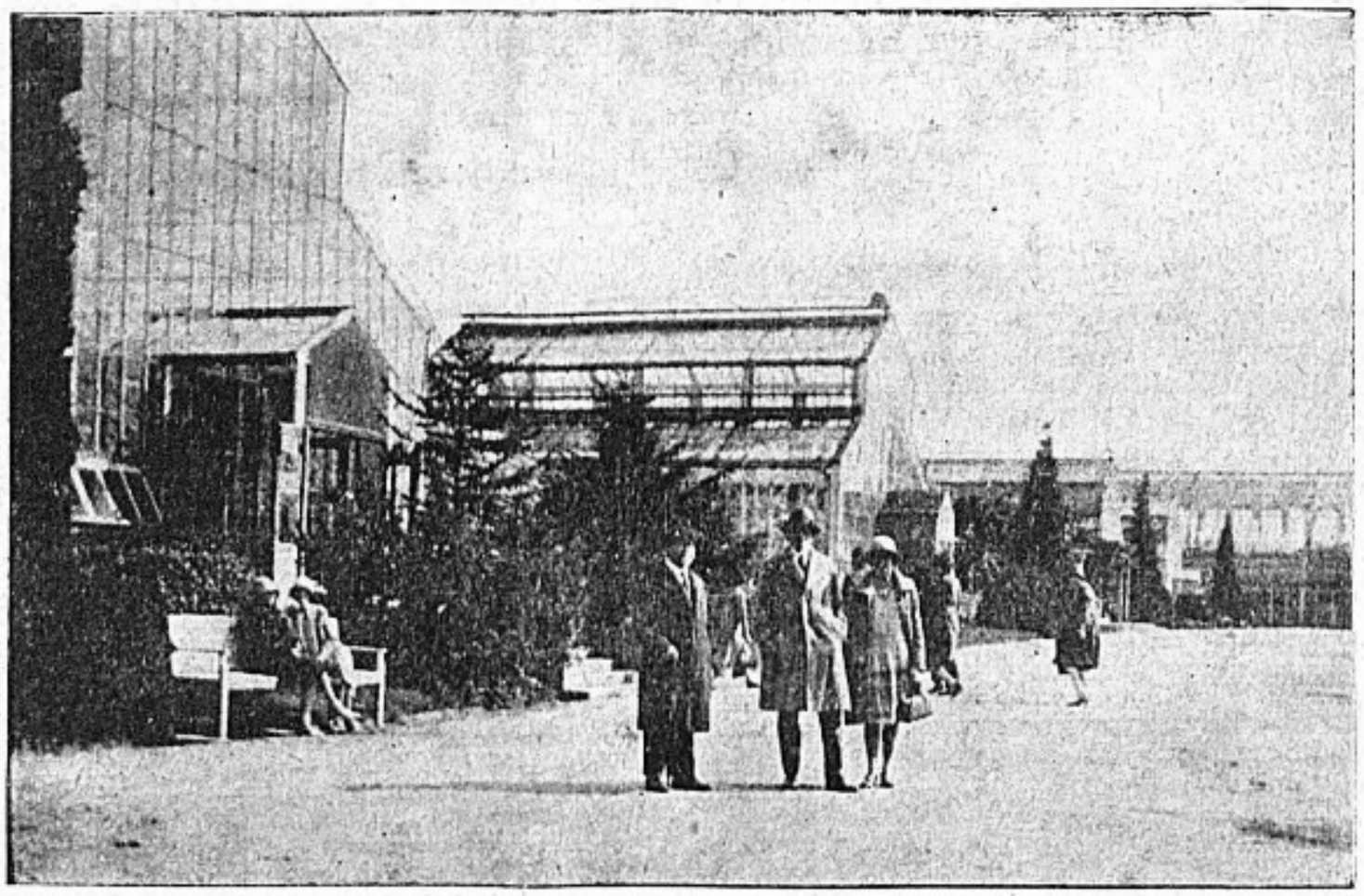


Fig. 273. -- Les serres du jardin botanique de l'Université. Berlin Dahlem — 15 septembre 1927

eux seuls, un véritable et intéressant musée de l'intersexualité.

L'*I. für Vererbungsforschung des landwirthschaftlichen Hochschule* (Institut de Génétique de l'Ecole Supérieure d'Agriculture) est destiné à la fois à la recherche et à l'enseignement pratique. Il est dirigé par le professeur Erwin Baur (1) et il s'étend aussi sur plusieurs hectares. M. Baur y a poursuivi, dans ces dernières années, ses vastes recherches sur les *Antirrhinum*. Des expériences de croisements et de greffe y sont faites sur de nombreuses plantes, notamment des arbres fruitiers ; de vastes serres se prêtent à de multiples études. Une section zoologique (avec M. Nachtsheim et Mlle Paula Hertwig) y comprend de très importants élevages de lapins, rats, souris, illustrant toute la Génétique des Mammifères, de porcs, de volailles, des expériences étendues sur des croisements de poissons, et un rucher (les travaux de M. Nachstheim sur la cytologie des abeilles sont bien connus).

La *Biologische Reichsanstalt für Land-und Forstwirthschaft*, dirigé par le professeur O. Appel, s'occupe de recherches sur toutes les questions biologiques intéressant l'agriculture, surtout des maladies des plantes (phytopathologie) et des insectes nuisibles. On aura une idée de l'importance de cet institut en sachant, qu'avec ses dépendances, il comprend un effectif de 250 personnes, dont 70 techniciens scientifiques, et naturellement il dispose d'un budget approprié. Il renferme des laboratoires de Mycologie, d'Entomologie, de Génétique appliquée ; ces derniers étudient, par exemple, au point de vue génétique, la résistance des plantes, en particulier de la Pomme de terre, aux infections (*Phytophtora*, *Synchytrium*, etc...)

La Génétique est donc cultivée à Berlin, d'une façon intensive ; la recherche et l'enseignement y disposent de ressources de premier ordre. Et l'on ne peut nier que les traces de la tourmente économique et financière qui a suivi la guerre semblent maintenant entièrement effacées à Berlin, dans le domaine scientifique. Ces vastes organisations fonctionnent, en effet, avec des budgets qui doivent être considérables et elles semblent disposer, pour l'outillage et les bi-

(1) M. Baur quitte actuellement la direction de cet Institut, pour prendre celle d'un institut de recherches similaires fondé par la Kaiser-Wilhelm Gesellschaft et placé à la campagne à l'Est de Berlin. Le fait même que M. Baur en prend la direction suffit à indiquer l'importance de ce nouvel Institut.

bliothèques, de crédits quasi illimités. Il faut reconnaître d'ailleurs que les qualités allemandes d'organisation — évidentes dans toutes les phases du Congrès — se manifestent dans toutes ces institutions et que de brillantes compétences ne manquent pas pour leur assurer une belle vitalité.

Après la clôture du Congrès, diverses excursions, auxquelles je n'ai pas pu prendre part, comportaient la visite de grandes exploitations ou établissements expérimentaux intéressant la Génétique : élevages de bovidés et porcs von Lochow à Petkus, élevages de porcs de Ruhldorf, pépinières, cultures de fleurs, etc., instituts de biologie appliquée de l'Université de Halle, etc.

Il a été décidé que le VI[e] Congrès de Génétique aurait lieu, entre le 15 août et le 15 septembre 1932, aux Etats-Unis, probablement à Ithaca (N.-Y.). Etant donné le grand développement des recherches génétiques en Amérique, ce choix est pleinement justifié et présage une réunion intéressante, surtout, si comme le vœu en a été exprimé, nos collègues américains réussissent à faciliter matériellement le voyage aux Européens.

*
* *

Telle a été, très brièvement résumée, la physionomie des deux Congrès, et l'on jugera, j'espère, par ce qui précède, qu'ils dédommageaient amplement du déplacement, par la quantité et la qualité de ce qu'ils montraient et pouvaient apprendre aux participants, surtout dans le domaine encore nouveau de la Génétique. N'est-ce pas une raison de plus de regretter qu'un si petit nombre de nos compatriotes ait pris part à l'un et à l'autre, à une époque où il est si essentiel de ne pas vivre fenêtres et portes closes, mais de savoir exactement ce qui se passe et se prépare sur la scène du monde.

Maurice CAULLERY,
Professeur à la Sorbonne.

L'ÉVOLUTION RÉCENTE DU PAQUEBOT RAPIDE

La préoccupation de rapidité, si manifeste dans toutes les branches de l'industrie des transports, semble, pour l'instant, s'être atténuée quelque peu dans le domaine de la navigation maritime. L'attention publique a été très vivement attirée à certaines époques par la lutte de vitesse à laquelle se sont livrées pendant plus d'un demi-siècle, les grandes compagnies transatlantiques. Le record de la *Mauretania* de 1908, encore en service, n'a pas été dépassé depuis, et ses 25 nœuds 5 (à l'heure 47 km. 22), paraissent modestes au profane qui envisage les 34 nœuds de nos derniers croiseurs ou les 36 nœuds (67 km.), de notre *Tigre*.

La différence s'accuse bien davantage si l'on considère que la vitesse des paquebots de luxe les plus récents ne dépasse pas en moyenne 21 à 22 nœuds pour les services transatlantiques, de beaucoup les plus rapides, que les plus puissants navires qui sillonnent les autres grandes routes océaniques ne réalisent guère plus de 15 à 16 nœuds dans les meilleures conditions, et enfin qu'un grand nombre de parcours, géographiquement importants, s'effectuent entre 10 et 12 nœuds, soit à l'allure de la navigation de charge.

Mais de telles comparaisons sont tout artificielles, car elles négligent les réalités fondamentalement différentes auxquelles doivent répondre les diverses conceptions de navire. Ainsi, ce que l'on appelle la vitesse d'un croiseur est une allure maxima, exigée au cours d'un essai de quelques heures et qui ne sera réalisée par la suite que d'une façon exceptionnelle et toujours pendant une durée réduite. Par contre, la vitesse assignée à un paquebot est celle qu'il doit réaliser couramment, en service, de façon constante et continue. On conçoit que la machine du paquebot, robuste et de conduite facile, soit beaucoup plus lourde, à puissance égale, que celle du navire de guerre. De même encore, la distance franchissable du paquebot doit être assurée pour la pleine vitesse de route, ce qui peut entraîner un supplément de poids assez conséquent du chef de l'approvisionnement de combustible à prévoir.

En réalité, le cas de la navigation commerciale, moins suggestif, à première vue, est peut-être le plus propre à mettre nettement en lumière les difficultés caractéristiques que comporte la réalisation des grandes vitesses en mer, c'est-à-dire l'un des problèmes les plus considérables qui s'imposent à l'effort humain, et dont il n'est nullement exagéré de considérer qu'il domine non seulement les préoccupations de l'industrie des armements, mais la politique maritime de toutes les nations soucieuses d'entretenir le prestige de leur pavillon.

Ce sont précisément les traits essentiels de ce grand problème que je me propose d'esquisser ici, en m'efforçant de faire entendre à quel point il intéresse le développement de la science appliquée et des arts industriels, dans leur ensemble, aussi bien du fait de l'importance matérielle des ressources qu'il met en œuvre qu'en raison du caractère original des difficultés théoriques et pratiques qui interviennent dans sa solution.

***

La conception d'un navire se ramène avant tout à un équilibrage de poids.

Le poids total d'un navire de commerce se décompose en trois fractions essentielles :

1° D'abord le *port en lourd* ou *poids utile*, c'est-à-dire le poids des passagers, avec bagages, et de la cargaison en marchandises. Il sera figuré par le symbole P_u

2° Ensuite le *poids de coque et de navigation*, comprenant le poids de la coque proprement dite et de tous les accessoires et appareils nécessaires à son armement : mâts, ancres, embarcations et engins divers. Ce second groupe représente en fait une fraction déterminée du poids total P, que l'on peut mettre sous la forme simple qP, la valeur du coefficient q étant sensiblement constante pour tous les navires d'un même type.

3° Reste enfin le *poids propulsif*, qui est celui de la machine et du combustible et que l'on pourrait encore appeler le poids de la vitesse. Le poids de la machine s'exprime par le produit πF, π étant le poids par cheval et F la puissance indiquée. Le poids du combustible peut revêtir la forme tout aussi simple $cF\frac{d}{V}$, dans laquelle c représente la consommation par cheval-heure, d la distance franchissable (le plus long parcours à effectuer entre deux points de ravitaillement) en milles marins de 1.852 mètres et V la vitesse en nœuds (soit le nombre de milles parcourus en une heure).

Ainsi se pose l'équation fondamentale des poids :

$$P = P_u + q\,P + \pi\,F + \frac{cd}{V}F$$

que l'on peut écrire encore, afin de mettre mieux en évidence la valeur du poids utile :

$$P_u = P\,(1-q) - \pi\,F - \frac{cd}{V}F.$$

La recherche d'une relation rigoureuse entre la vitesse et la puissance constitue, à la vérité, l'un des problèmes les plus ardus de la théorie du navire, la résistance opposée par l'eau à la progression du flotteur se composant d'une série d'actions et de réactions distinctes, superposant ou combinant leurs effets, et dont l'importance relative peut varier considérablement soit en raison de la vitesse, soit selon les formes du navire.

On peut admettre toutefois, dans une première approximation pratiquement suffisante lorsqu'il s'agit de vitesses moyennes, et qui convient tout particulièrement au but poursuivi dans cet aperçu succinct, que la résistance globale est proportionnelle au carré de la vitesse.

Je me bornerai donc à faire état d'une formule empirique simple, d'un usage d'ailleurs précieux pour la comparaison des navires de tracé différent dont on cherche à déterminer les qualités respectives, et qui s'exprime de la façon suivante :

$$V = m\sqrt[3]{\frac{F}{P^{2/3}}}$$

Le coefficient m, dit *d'utilisation*, s'établira pour le navire considéré par comparaison avec des navires analogues dont les résultats d'essai sont connus.

On peut donc, en tirant la valeur de la puissance de cette relation approchée, obtenir l'expression du poids utile en fonction de la vitesse :

$$Pu = P\,(1-q) - \frac{\pi P^{2/3}}{m^3}V^3 - \frac{cd\,P^{2/3}}{m^3}V^2.$$

Cette équation révèle d'une façon particulièrement démonstrative, l'antagonisme qui existe nécessairement entre le poids utile et celui de la vitesse : le but de tout projet est d'abord d'établir un compromis entre les deux exigences, au mieux des fins économiques que l'on se propose. Mais un exemple concret permettra de saisir avec beaucoup plus de précision l'importance et les influences respectives des différents facteurs qui entrent en jeu.

***

Supposons que le programme d'un navire projeté nous impose un poids total, ou *déplacement*, de 5.000 tonnes et une distance franchissable de 3.000 milles, données assez courantes dans la navigation au long cours.

Soit encore, en adoptant des valeurs usuelles :

$q = 0{,}1$: cas d'un paquebot mixte, transportant passagers et marchandises, construit en acier ;

$\pi = 0$ tonne, 25 : poids par cheval rapporté à la puissance *normale* en service, laquelle est inférieure, dans une proportion assez variable, à la puissance *maxima* réalisée aux essais et que la machine peut éventuellement développer pour un temps limité ;

$c = 0$ tonne, 0007 : consommation de charbon correspondant à des conditions de route normales pour une machine à vapeur de type courant ;

$m = 6{,}25$: les dimensions et les formes du navire étant supposées appropriées pour le mieux au cas de chaque vitesse considérée en particulier.

Il est facile d'établir, en partant de ces données, au moyen de l'équation des poids et de la relation empirique d'utilisation, le tableau suivant qui fournit la répartition des poids utile et propulsif pour un certain nombre de vitesses

de route, c'est-à-dire effectuées en service normal, envisagées en ordre croissant.

Vitesses	Puissances	Poids de la machine	Poids du combustible	Poids utili	Rapport $\frac{P_u}{P}$
nœuds	HP	tonnes	tonnes	tonnes	
8..	600	150	157	2.693	0,53
10..	1.180	295	247	2.458	0,49
12..	2.030	507	355	2.138	0,42
14..	3.250	812	487	1.701	0,34
16..	4.850	1.212	636	1.152	0,23
18..	6.900	1.725	805	470	0,09

On remarquera de suite que pour des vitesses de l'ordre de 10 nœuds, le poids propulsif est relativement très faible ; en outre, au-dessous de 9 nœuds; c'est le poids du combustible qui excède celui de la machine, bien qu'il ne soit proportionnel qu'au carré de la vitesse.

Si nous considérions, au lieu d'un paquebot mixte, un simple *cargo*, c'est-à-dire un navire de charge, aux formes courtes et trapues et dont les emménagements et la superstructure sont reduits à leur plus simple expression, la valeur du coefficient q, qui représente le poids de la coque et de ses accessoires, se réduirait aisément au chiffre de 0,35. Dans ces conditions, le cargo de 10 nœuds présenterait un rapport de son port en lourd au poids total de 54 o/o, la proportion du poids propulsif n'étant que de 11 o/o. D'autre part, il n'est pas sans intérêt de remarquer que le port en lourd d'un voilier en bois ne peut guère dépasser la proportion de 46 à 47 %, par suite du poids plus élevé de la charpente. Le même rapport correspondrait à un cargo en acier navigant à 12 nœuds, ce qui représente une belle vitesse pour un navire de charge.

Reportons-nous à présent à la région des vitesses élevées : on voit que le port en lourd, qui n'est plus que de 9 o/o à 18 nœuds, tend assez vite vers 0. A un port en lourd nul, correspond ce que j'appellerai la *vitesse maxima théorique*, relative au déplacement imposé. Cette vitesse **théorique** serait d'environ 19 nœuds 5.

Seulement, il conviendrait d'apporter encore ici une correction aux chiffres du tableau. Pour des vitesses de cet ordre, il ne s'agirait plus, en effet, ainsi que je l'avais supposé, d'un paquebot mixte, mais bien d'un navire rapide, nécessairement spécialisé dans le transport des passagers et dont la cargaison en marchandises est pour ainsi dire négligeable, au point de vue du poids tout au moins.

Or, un pareil bâtiment, aux formes considérablement plus allongées et fines, aux emménagements et à la superstructure très développés (voir la fig. 274), représente un poids de coque autrement considérable et il conviendrait dès lors d'assigner au coefficient q une valeur pour le moins égale à 0,50.

Dans ces conditions, c'est à 18 nœuds environ que se fixerait la vitesse maxima théorique ; une vitesse de route de 17 nœuds représenterait la vitesse maxima pratique, avec un port en lourd de 6 à 7 o/o, acceptable pour une unité de ce genre.

Mais la relation de l'utilisation montre, d'autre part, qu'à vitesse égale, la puissance motrice ne croît qu'en raison de la puissance deux tiers du déplacement. De l'accroissement du tonnage doit donc résulter, soit à vitesse égale un accroissement de la proportion du port en lourd, soit à même capacité relative de charge, la possibilité de réaliser une vitesse plus élevée. Il est intéressant, de ce point de vue, de comparer les chiffres qui viennent d'être établis à ceux

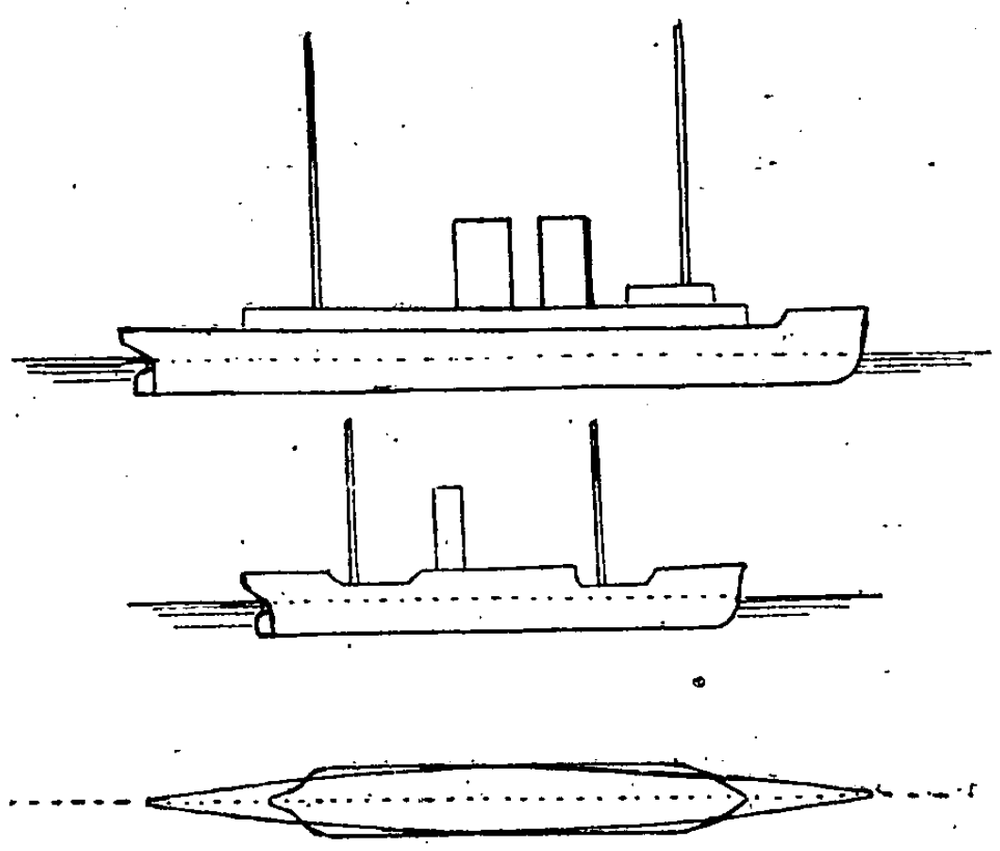


Fig. 274. — Schéma montrant la variation des formes et de la finesse des navires selon le type et la vitesse. Les deux navires figurés ont le même déplacement, de 5000 tonnes; la même largeur de 14 mètres 20 et le même tirant d'eau de 6 mètres. Le paquebot rapide représenté en haut, mesure 140 mètres de longueur, et le cargo en dessous 92 mètres seulement. Le coefficient de finesse (rapport du volume de la carène au produit longueur × largeur × tirant d'eau) est égal à 0,42 pour le premier navire et à 0,61 pour le second. On remarquera la différence caractéristique des deux surfaces de flottaison.

du tableau qui suit, obtenus en conservant les mêmes données numériques, mais par rapport à un déplacement double, soit de 10.000 tonnes.

Vitesses	Puisssances	Poids de la machine	Poids du combustible	Poids utite	Rapport	$\frac{P_u}{P}$
nœuds	HP	tonnes	tonnes	tonnes		
8	960	240	252	5.508	0,55	
10	1.880	470	394	5.136	0,51	
12	3.250	812	568	4.620	0.46	
14	5.200	1.300	780	3.920	0,39	
16	7.700	1.925	1.010	3.065	0,30	
18	11.000	2.750	1.280	1.970	0,19	
20	15.000	3.750	1.575	675	0.06	

On constatera immédiatement que l'accroissement de la proportion du poids utile, à vitesse égale, qui est de 2 o/o pour les petites allures, s'élève à 10 o/o pour 18 nœuds.

D'autre part, la vitesse maxima théorique subit une majoration notable. Corrigeons encore les chiffres du tableau par l'assignation de la valeur 0,5 au coefficient q : dès lors, on pourrait réaliser une vitesse de route pratique de 18 nœuds 5, avec un port en lourd d'environ 6 % (fig. 275). La vitesse maxima théorique se

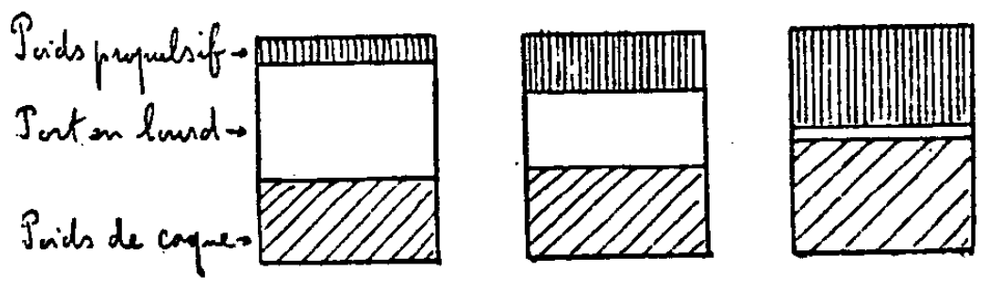


Fig. 275. Diagrammes montrant la répartition des poids relative à 3 navires de 10.000 tonnes : (1) cargo de 10 nœuds, — (2) paquebot mixte de 15 nœuds, — (3) paquebot rapide de 18 nœuds 5.

fixerait à 19 nœuds 5. Ces chiffres étaient respectivement de 17 et 18 nœuds pour le navire de 5.000 tonnes.

Or, le paquebot rapide de 10.000 tonnes pouvant réaliser 18 nœuds 5 en service courant, donnerait *aux essais* une vitesse maxima exceptionnelle de 20 à 20 nœuds 5 avec une puissance dépassant légèrement 16.000 chevaux. Si l'on songe que nos croiseurs du même déplacement seront en mesure de développer 120.000 chevaux et de réaliser 34 nœuds, on conçoit aisément qu'il s'agisse de problèmes entièrement distincts, poursuivis sur des données irréductibles les unes aux autres.

Pour le navire de guerre, dont seule la vitesse d'essais entre en compte, il est permis d'aller à l'extrême limite des possibilités techniques dans la voie des allègements. Non seulement on parviendra à réduire dans une proportion incomparable le poids de la machine, en recourant à des appareils moteurs à grand nombre de tours, calculés sur des marges de sécurité suffisantes, mais étudiées à fond en vue de chaque cas particulier, ou encore à des appareils évaporatoires à tubes d'eau susceptibles d'utiliser le tirage forcé au maximum de ce qui peut être pratiquement réalisable, mais il est encore possible d'obtenir des réductions appréciables du poids mort de la coque par l'emploi d'un métal plus résistant ou encore par une étude très serrée du rivetage.

Le navire de commerce doit réaliser industriellement son allure de route, au cours d'un service intensif, et il faut en outre que sa construction soit exécutée en conformité des règles du *Veritas* ou du *Lloyd*, nécessairement conçues pour des types très généraux et dont les exigences sont autrement rigoureuses.

Par conséquent, dans l'état actuel de la technique, on peut dire que le problème de l'accroissement de la vitesse demeure à peu près exclusivement, pour la navigation commerciale, une question de déplacement.

Il me reste à présent, à la lumière des quelques précisions qui précèdent, à montrer comment le facteur rapidité peut intervenir et est intervenu en fait, dans l'ensemble des conditions diverses et parfois contradictoires entre elles qui s'imposent pour chacune des circonstances particulières que doit s'efforcer d'envisager l'industrie des armements.

***

Remarquons tout d'abord et en nous en tenant toujours à la considération du poids, que l'on ne saurait aller trop loin dans la réduction de la vitesse.

Un navire extrêmement lent possède sans doute une forte capacité de charge, mais il n'effectue en revanche qu'un faible nombre de voyages au cours de son exercice annuel.

Si l'on suppose un navire faisant un service régulier, sans interruptions fortuites, et que l'on admette en outre que par une conduite rationnelle des opérations de chargement et de déchargement, l'on arrive à proportionner la durée de ses séjours à quai à la durée même de ses traversées, on pourrait se faire une idée théorique de la variation de l'utilisation annuelle en fonction de la vitessse, par celle du produit

$$V\,\frac{P_u}{P}$$

La figure 276 représente les courbes de ce produit, obtenues d'après les chiffres des tableaux précédents pour les deux navires de 5.000 et

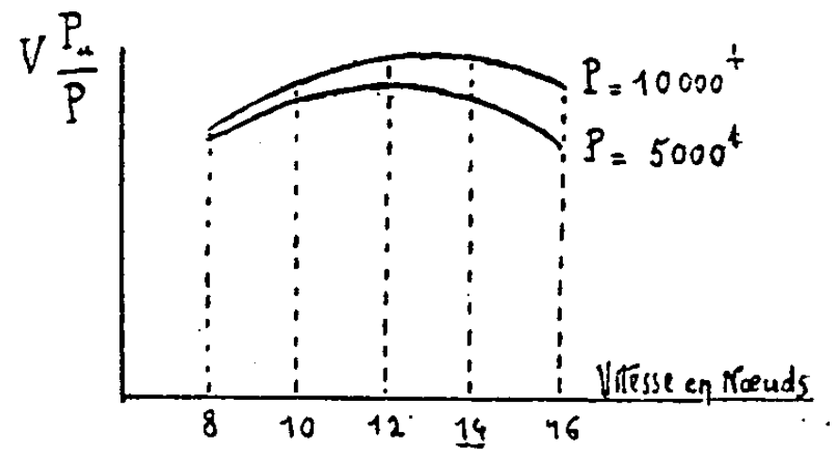


Fig. 276. — Variation de l'utilisation annuelle en fonction de la vitesse.

10.000 tonnes. Ces courbes passent, on le voit, par un maximum qui correspond à une vitesse d'autant plus élevée que le déplacement est plus considérable. Les vitesses optima se fixeraient ici à 12 et à un peu plus de 13 nœuds respectivement. Mais les variations sont assez lentes aux environs du maximum et une pareille évaluation ne peut, en outre, présenter de signification précise ; elle n'a que la valeur d'une indication, d'autant plus que la considération de

l'utilisation en poids doit être combinée avec d'autres tout aussi importantes, telles que celle du prix de revient de la tonne transportée, dans le mécanisme desquelles il m'est impossible de pénétrer ici.

En fait, la navigation de charge s'effectue le plus couramment à des vitesses de 9 à 11 nœuds, pour des déplacements compris entre 3.000 et 12.000 tonnes. On construit d'ailleurs de très grands cargos dépassant 15.000 et même 20.000 tonnes, dont les machines sont capables de réaliser occasionnellement de 12 à 13 nœuds, ce qui permet de les acheminer au plus tôt sur les ports où le fret tend à s'intensifier. La navigation régulière, et la nôtre en particulier, se trouve malheureusement trop souvent obligée de compter avec cette redoutable concurrence.

Mais un grand nombre de lignes postales de long cours se trouvent elles-mêmes soumises aux conditions normales de la navigation de charge, du fait qu'elles ne peuvent être alimentées par un mouvement important et continu de passagers.

Or, un paquebot mixte de 10.000 tonnes, dont on voudrait maintenir la fraction de port en lourd aux environs de 45 o/o ne peut guère réaliser plus de 12 nœuds en route.

Ce ne peut être qu'avec l'intensification du trafic général et en particulier l'abondance et la continuité du mouvement des voyageurs, que l'accélération de la vitesse peut être envisagée. Dès lors, le poids des voyageurs, en y comprenant les bagages et les appareils et accessoires divers qui se rattachent à leur service, étant relativement minime, il est permis de réduire le port en lourd, c'est-à-dire pratiquement le poids des marchandises, à l'avantage du poids propulsif.

Mais la spécialisation du matériel flottant n'a pu être réellement opérée d'une façon complète que sur les lignes transatlantiques reliant l'Europe aux Etats-Unis, et encore pour quelques services sur l'Amérique du trajet. Le trajet d'Angleterre ou de France à New-York se présente dans les conditions exceptionnelles d'une étape unique d'environ 3.000 milles et se trouve alimenté par un courant de trafic auquel aucun autre ne peut être comparé.

Partout ailleurs, même en présence de mouvements de voyageurs relativement considérables, à moins de considérer des trajets extrêmement courts, pour lesquels la considération du combustible disparaît, force est bien de concilier les exigences contradictoires qui correspondent aux deux natures d'exploitation. Tel est le cas en particulier des services qui relient l'Europe à l'Extrême-Orient et à l'Australie.

Il est difficile, pour un paquebot mixte effectuant de longues traversées, de descendre au-dessous d'une fraction de port en lourd de l'ordre de 35 o/o. Pour un déplacement de 10.000 tonnes, la vitesse se trouve de ce fait limitée aux environs de 15 nœuds.

Or, si le déplacement des navires qui desservent les Indes, la Chine ou l'Australie s'est élevé du chiffre moyen de 8.000 à 9.000 tonnes qu'il atteignait avant 1900, à celui de 15.000 et même de 20.000 tonnes pour les unités les plus récentes, les vitesses réalisées sur les différents parcours n'ont guère subi de relèvements bien sensibles ; bien au contraire, la tendance inverse s'est nettement manifestée pour l'ensemble des services.

A ne considérer que les grands navires, on voit que les vitesses maxima d'essais, en ce qui concerne les unités des grandes compagnies anglaises, *Peninsular and Oriental* et *Orient-Line*, ainsi que celles de nos *Messageries Maritimes*, n'ont jamais dépassé l'ordre de 17,5 à 18 nœuds, ce qui implique des allures de route de 16 à 16 nœuds 5 au plus. Mais en fait les vitesses moyennes exigées par les conventions postales sont encore inférieures à ces chiffres.

Sans doute, les entreprises anglaises peuvent-elles réaliser, de façon plus ou moins régulière, des vitesses relativement élevées sur certains parcours extrêmement fréquentés ; mais il est remarquable d'enregistrer que les *Messageries Maritimes* ont obtenu, par exemple, lors du renouvellement de leurs conventions postales en 1911, en échange d'une accélération de 14 à 15 nœuds sur la ligne Marseille-Saïgon, la concession d'une vitesse de 13 nœuds 5 sur celle d'Haïphong, et encore le remplacement du service de paquebots sur la Nouvelle-Calédonie fixé à 14 nœuds, par une ligne de cargos à 10 nœuds 5 seulement.

Ces concessions étaient d'ailleurs indispensables pour assurer a notre grande compagnie une situation tolérable en face des redoutables concurrentes qu'elle doit affronter. L'Etat a de plus renoncé à exiger des vitesses d'essais excessives par rapport aux allures de route qui doivent être effectivement réalisées. Cette clause si préjudiciable à la conduite des affaires commerciales de notre armement, répondait à la préoccupation d'assurer éventuellement l'utilisation des paquebots comme croiseurs auxiliaires, conception discutable de tout temps, et devenue de nos jours radicalement inadmissible, en raison même de l'évolution du navire de guerre.

Les Allemands n'avaient pas commis cette faute, en inaugurant leurs services sur l'Extrême-Orient avec le *Barbarossa* de 1895 ; ce navire, pour le déplacement relativement considérable alors de 15.000 tonnes, ne disposait que d'une puissance de 7.000 chevaux, parfaitement suffisante pour lui assurer dans d'excellentes conditions une allure de route de 13 à 14 nœuds.

Notre compagnie, mieux à même de s'adap-

ter aux conditions de son trafic, a pu de la sorte construire et armer une flotte de premier ordre, très moderne et techniquement remarquable. Je citerai seulement le type *d'Artagnan*, tout à fait récent, dont le déplacement est de 20.300 tonnes. Les appareils de 9.380 chevaux, qui peuvent réaliser une vitesse maxima de 16 nœuds 5, assurent aisément l'allure de route de 15 nœuds.

***

Seul, le service transatlantique, en raison de l'intensité du trafic qui l'alimente, peut autoriser la spécialisation complète du matériel. Encore que faut-il entendre par là et quel est l'enseignements des faits à cet égard ?

Nous avons vu que pour un navire rapide de 10.000 tonnes (coefficient $q=0,5$), une vitesse de route de 18 nœuds 5 peut être réalisée avec un port en loud d'environ 6 o/o.

Or cet exemple théorique répond assez sensiblement au cas du paquebot *Etruria* de la compagnie anglaise *Cunard*, lance en 1884, et que l'on peut considérer comme fixant les caractéristiques essentielles du transatlantique moderne : construction en acier, propulseur hélicoïdal, machines à triple expansion, chaudières timbrées à plus de 8 kilos.

Voici, à compter de ce point de départ, le tableau des éléments essentiels des quatre navires qui ont successivement détenu le record de la vitesse.

Nom et date de l'entrée en service	Déplacement	Longueur	Puissance	Vitesse de route	Durée du trajet de 2.800 milles		Consommation de charbon par traversée	Nombre de passagers
	tonnes	mètres	HP	nœuds	jours	heures	tonnes	
Etruria, 1885	10.500	153	14.000	18,5	6	6	1.155	1.500
Lucania, 1893	21.000	183,18	31.000	20,5	5	16	2.570	2.000
Kaiser Wilhelm II, 1903 ..	26.000	214,50	45.000	23	5	1	3.560	1.892
Lusitania, 1908	45.000	239	70.000	25,5	4	13	5.400	2.350

Afin de rendre les comparaisons plus précises, la durée de la traversée a été rapportée pour les quatre navires au trajet Queenstown (Irlande)-New-York, qui comporte 2.800 milles.

Le *Kaiser Wilhelm-II* appartenait au *Norddeutscher Lloyd*, de Brême ; les trois autres à la *Cunard*, qui a toujours par ailleurs possédé les unités les plus rapides.

De l'*Etruria* à la *Lucania*, le déplacement et la puissance passent exactement du simple au double ; la consommation de charbon étant plus que doublée, tandis que le nombre des passagers ne s'élève que du tiers, la consommation par voyage et par passager passe de 0 tonne 77 à 1 tonne 285. Le gain de vitesse n'est que de 2 nœuds, celui de temps de 1 ¼ heures par traversée.

Le paquebot allemand marque un stade plus caractéristique dans l'évolution du navire spécialisé en vue de la vitesse. Pour un déplacement légèrement supérieur à celui du précédent, l'élévation de la puissance motrice à 45.000 chevaux nécessite un allègement sensible des appareils, ce qui tend à rapprocher ce type de paquebot du croiseur de guerre. Il s'agissait en l'espèce d'un ensemble de quatre machines à quadruple expansion attelées deux par deux sur chaque arbre de couche. L'allure moyenne de 23 nœuds comportant une puissance soutenue d'au moins 42.000 chevaux, le navire doit, de plus, utiliser la presque totalité de sa force en service normal. On arrive ainsi à la conception de la traversée-raid, ou du bateau-réclame, dont l'intérêt technique peut être considérable, mais qui sort des réalisations permises à une entreprise disposant d'une puissance limitée et ne pouvant compter sur les appuis financiers que réclame pareil sacrifice.

La réduction de la durée du voyage est de 25 heures par rapport à la *Lucania*, mais la consommation de charbon par passager s'élève à 1 tonne 88.

Il faut bien remarquer que l'accroissement du nombre des passagers transportés ne soulève plus une difficulté de poids, mais d'encombrement, d'espace utile. Or, cet espace croît non pas en raison du déplacement, mais de la surface des ponts (fig. 277), et encore faut-il tabler à cet égard aussi bien sur l'envahissement de toutes les installations et accessoires dérivant de l'accroissement de la puissance motrice que sur la nécessité de sacrifier toujours davantage au confortable et au luxe.

La *Lusitania* et sa « sister-ship » *Mauretania* représentent l'aboutissement de l'effort acharné entrepris par la *Cunard-Line*, avec la participation très étroite du Trésor anglais, pour reprendre le record de la vitesse au Trust de l'Océan, qui s'était annexé la plupart des compagnies transatlantiques et auquel s'était associé le cartel des entreprises allemandes.

Ces deux colosse de 45.000 tonnes marquent le point culminant de la grande lutte et aussi son point d'arrêt. Techniquement remarquables, ils ont réalisé la première application de grande envergure des turbines à vapeur à la navigation, avec la puissance tout à fait inusitée à l'époque de 70.000 chevaux. Le gain de temps

est de 12 heures sur le record allemand, mais à quel prix ! 5.400 tonnes de charbon pour transporter 2.350 voyageurs, ce qui porte la consommation par passager au taux de 2 tonnes 29.

Telle est l'ultime expression concrète de la spécialisation systématique du matériel, c'est-à-dire du sacrifice délibérément accepté de la capacité de charge.

Or, il faut bien insister sur le fait que pour être vraiment utile, ce sacrifice implique tout au moins la possibilité d'accroître dans toute la mesure nécessaire les déplacements.

Cette condition permet en particulier de comprendre la situation difficile qui s'est si longtemps prolongée pour notre *Compagnie Transatlantique*, du fait de l'exiguïté des ouvrages du port du Havre et de l'insuffisance des travaux entrepris.

La *Lorraine*, de 1900, ne déplaçait que 15.400 tonnes. Avec 22.000 chevaux, ce paquebot réalisait 20 nœuds en service courant, résultat techniquement très satisfaisant. N'empêche que, transportant 1.075 passagers seulement, la consommation de charbon par voyageur se montait à 2 tonnes, au lieu de 1 tonne 285 pour son concurrent anglais, plus rapide cependant d'un demi-nœud.

La *Provence*, de 1905, ne déplace encore que 19.160 tonnes et donne 21 nœuds avec 30.000 chevaux : c'est une *Lucania* très améliorée, mais en retard de dix ans. La *France*, de 1911, répond au programme du bateau-réclame allemand de 1903 : 27.000 tonnes, 40.000 chevaux et 23 nœuds.

Mais même avec la latitude d'accroître indéfiniment les dimensions des navires, il arrive un moment où la spécialisation à outrance devient incompatible avec les réalités économiques qui s'imposent aux entreprises les plus puissantes et les mieux soutenues. La *Lusitania* semble bien avoir marqué pour un temps cette possibilité-limite.

Déjà toutes les grandes compagnies s'étaient ingéniées à compenser les conditions hasardeuses de l'exploitation de leurs unités rapides par l'utilisation de bateaux mixtes, à fort déplacement, dépassant 20 et même 30.000 tonnes, et réalisant des allures relativement modestes, de l'ordre de 14 à 16 nœuds. Ces unités « économiques » transportent non seulement une population d'émigrants et un contingent assez notable de passagers de cabine, mais une cargaison en marchandises qui peut atteindre de 35 à 40 % du poids total.

C'est précisément cette conception qui est venue réagir sur celle du paquebot rapide, dès avant l'expérience des *Kaiser Wilhelm II* et des *Lusitania*.

La première impulsion fut donnée par la compagnie anglaise *White-Star*, qui a d'ailleurs toujours détenu dans la rivalité transatlantique le record du déplacement.

Son *Oceanic*, de 1899, est le premier paquebot de luxe dont la rapidité ne corresponde pas à la grandeur des dimensions. Pour un déplacement de 28.500 tonnes, il ne réalise que 19 nœuds en route, avec une force maxima de 27.000 chevaux.

Quelques années plus tard, la *Cunard* elle-même, tout en achevant la construction de ses deux *Lusitania*, mettait en service en 1904 et 1905 les deux paquebots du type *Caronia*, déplaçant 29.800 tonnes et réalisant la vitesse de 18 nœuds, inférieure encore à celle de l'*Etruria* de 1884. Par contre, ces navires peuvent transporter 12.000 tonnes de marchandises et recevoir 2.650 passagers de cabine

Il devait appartenir à la *White-Star*, initiatrice de la tendance, de mettre en quelque sorte définitivement au point la conception du transatlantique mixte de luxe, avec l'*Olympic*, entré en service en 1911 et l'infortuné *Titanic*, qui devait dès ses premiers voyages marquer la plus grande catastrophe maritime de la période d'avant-guerre.

De 45.000 pour la *Lusitania* (dont la tragique destinée hante, elle aussi, toutes les mémoires), le déplacement passe pour l'*Olympic* à 65.000 tonnes, avec une longueur de 270 mètres. Par contre, la puissance est ramenée de 70.000 à 50.000 chevaux, la vitesse de route se maintenant aux environs de 21 nœuds. Tandis que notre *Provence* atteignait cette même vitesse au prix de la réduction de son port en lourd à moins de 4 % du poids total, l'*Olympic* peut charger environ 20.000 tonnes de marchandi-

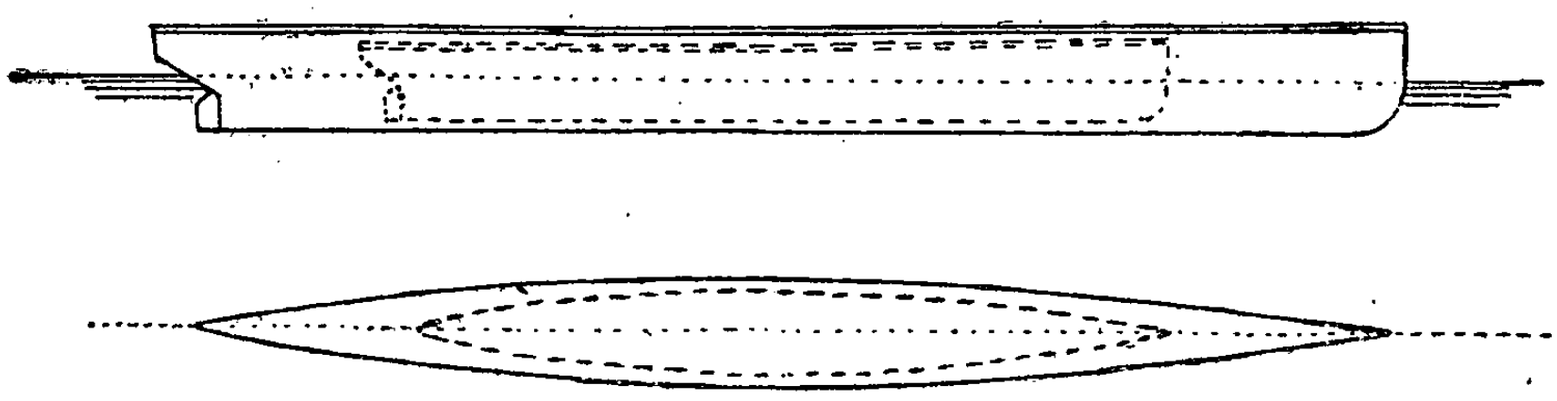


Fig. 277. — Le tracé en traits pleins correspond à la *Lusitania* et celui en pointillé à l'*Etruria*. Le rapport du premier déplacement au second dépasse le quadruple, tandis que celui des longueurs n'atteint que la valeur de 1,56.

ses, soit 35 % de son déplacement. Il transporte par ailleurs 2.085 passagers de cabine et 3.000 voyageurs d'entrepont, soit une population de plus de 5.000 âmes.

Les grands transatlantiques allemands construits ou en cours d'achèvement en 1914 et attribués par la suite à l'Amérique, répondent à un programme analogue à celui de l'*Olympic*. La conception nouvelle, qui marque en somme l'abandon de la spécialisation absolue des unités, grâce à un accroissement considérable du déplacement qui permet de réaliser encore une vitesse suffisante, semble bien annoncer une

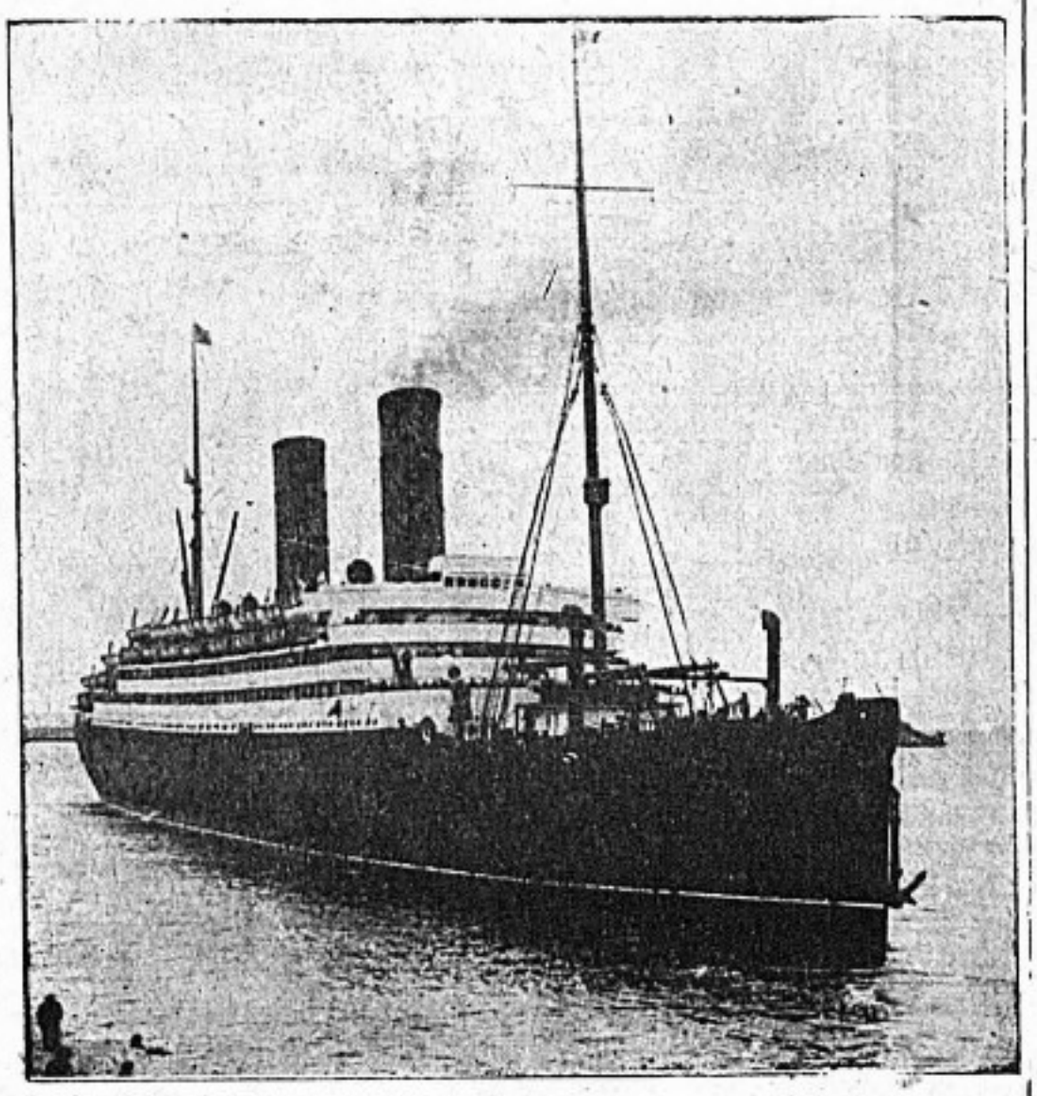


Fig. 278. — *La Carmania* de la Cunard Line.

phase caractéristique dans l'histoire de la navigation transatlantique. Ainsi vient se confirmer, dans le seul cas précisément où une véritable lutte de vitesse peut être entreprise et soutenue, une tendance d'ensemble qui s'accuse nettement sur toutes les lignes qui concourent à former le réseau mondial des grandes voies de mer.

Le sacrifice de quelques heures de traversée se trouve d'ailleurs compensé par le développement du confort et l'élargissement des espaces qu'il devient plus facile d'accentuer sur un paquebot mixte de très grandes dimensions.

Il est fort intéressant et réconfortant de constater que notre compagnie transatlantique, libérée de certaines entraves et mieux adaptée au cadre des réalités économiques du moment, vient de s'enrichir d'une unité nouvelle, lancée en 1926, qui est certainement destinée à relever encore le prestige de notre technique, toujours et de tout temps estimée et honorée par les spécialistes, certes, mais à laquelle des programmes trop mesquins et des possibilités financières par trop parcimonieusement mesurées, n'ont que trop rarement permis de donner au public mondial la démonstration concrète de sa puissance d'initiative aussi bien que de la valeur de ses méthodes.

L'*Ile-de-France* (fig. 279) déplace 41.000 tonnes et mesure en longueur 241 mètres. Les machines (turbines et chauffe au mazout) doivent développer 52.000 chevaux et fournir une allure de route de 21 nœuds. Vitesse très satisfaisante, qui doit assurer au grand paquebot d'excellentes conditions d'exploitation commerciale et la plus légitime faveur.

*
* *

Le bref examen qui précède peut suffire à faire comprendre que la réalisation des grandes vitesses en mer demeure encore une entreprise exceptionnelle et, peut-on-dire, de caractère quelque peu sportif. Les navires de guerre, qui répondent à des exigences très particulières, ne réalisent les hautes allures qu'à titre occasionnel et temporaire. En ce qui concerne la grande navigation commerciale, nous venons de voir à quelles conséquences peut conduire une spécialisation excessive du matériel : aucune compagnie ne pourrait persévérer impunément dans cette voie et, au surplus, dans les vicissitudes de l'heure, aucun Etat, si puissant fût-il, ne saurait assumer la charge de la soutenir et de l'encourager. C'est pourquoi il est permis de considérer la tendance générale qui vient d'être constatée comme un bienfait pour tous et un gage favorable pour l'avenir de l'industrie des armements.

Sans doute serait-il téméraire d'assigner jamais un terme aux progrès de la technique scientifique : de grands espoirs sont actuellement fondés, et de la façon la plus légitime, sur le perfectionnement de la turbine à vapeur, l'emploi du combustible liquide, ou encore sur l'application généralisée à la navigation du moteur à huile lourde. Certains attendent beaucoup de l'utilisation de la force électrique, combinée avec quelqu'un des systèmes énumérés. D'autres envisagent des transformations plus profondes encore ; mais s'il reste encore un champ immense ouvert à la recherche de l'ingénieur naval, il est du moins permis de se demander si, en raison même des progrès prodigieux de la technique en général, c'est bien à la navigation que doit échoir finalement le lot d'assurer les communications ultra-rapides de l'avenir à travers les Océans.

Pratiquement réalisée, organisée sur une base suffisante pour répondre aux appels du trafic,

l'aviation à grand parcours pourrait bien supplanter un jour la génération des léviathans dévorateurs d'espace et de mazout, et en la débarrassant du cauchemar de la vitesse, assurer à l'industrie de la navigation maritime, qui ne cessera pas pour autant de constituer une assise essentielle de l'activité économique humaine, des conditions d'exploitation plus conformes aux nécessités naturelles les plus irréductibles.

De pareilles perspectives, qui n'offrent plus rien aujourd'hui d'utopique, doivent conduire du moins à envisager l'avenir, — et en particulier le nôtre — avec confiance, et nous inciter à tirer tout le parti possible d'une période de trêve, qui pourrait bien préluder à des destinées nouvelles et moins hasardeuses pour la grande navigation.

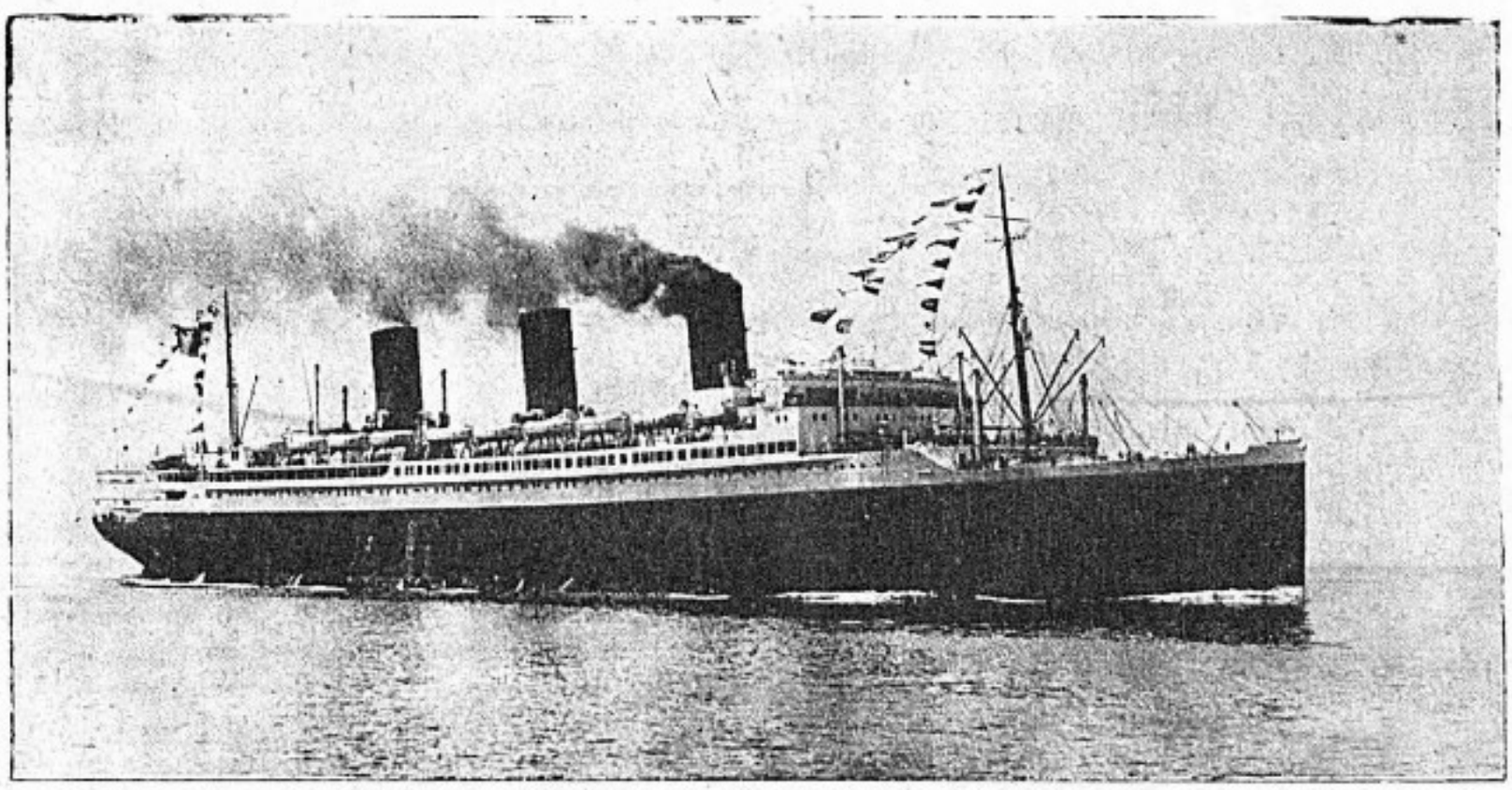


Fig. 279. — L'*Ile de France* de la Compagnie générale transatlantique.

Louis Basso,
Ingénieur Civil des Constructions Navales
Docteur ès Sciences Juridiques,
Politiques et Economiques.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Radioactivité du potassium et du rubidium. — Les éléments radioactifs usuels ont une grande masse atomique. L'instabilité de l'édifice atomique peut apparaître comme une conséquence de sa complexité. Cependant on a reconnu que deux éléments de masse atomique relativement faible, le potassium (K = 39,1) et le rubidium (Rb = 81,45), manifestent certains caractères radiocatifs.

En 1907, Campbell et Wood ont signalé que ces corps émettent des rayons β peu pénétrants, d'une activité environ 1000 fois moindre que celle des rayons β émis par l'uranium en équilibre radioactifs avec ses produits de désintégration. Cette émission de rayons β est indépendante de la température; elle est la même pour le potassium extrait des minéraux et pour celui qui provient des sources végétales; il s'agit bien, et c'est là un caractère essentiel de la radioactivité, d'une propriété atomique.

On n'a pas constaté, à la vérité, la présence de rayons α; mais cela peut tenir simplement à ce que la vitesse avec laquelle les particules α sont émises est très faible et ne suffit pas à leur communiquer une énergie suffisante pour que nous puissions les déceler avec les moyens dont nous disposons actuellement. Nous savons que les rayons α, après neutralisation de leur charge positive, donnent de l'hélium et la production de ce gaz à partir du potassium et du rubidium pourrait déceler l'émission d'un rayonnement α. Or Strutt a constaté que l'hélium existe en quantité anormale dans les sels de Stassfurt très riches en potassium.

Les expériences faites ayant établi que les rayonnements du rubidium et du potassium ont des propriétés distinctes, il en résulte que la radioactivité constatée dans les composés de ces éléments n'a pas la même origine et ne saurait être attribuée, par exemple, à la présence d'une même impureté radioactive. L'échec de toutes les tentatives faites pour fractionner les sels de potassium et en séparer une partie radioactive indique que la radioactivité doit être produite par un isotope du potassium. Il se pourrait, par exemple, qu'un isotope du potassium, de masse atomique 41, se désintégrât avec émission de rayons β, pour donner du calcium de même masse atomique 41. Mais il s'agit là d'hypothèses qui n'ont pas été soumises au contrôle expérimental.

Dans un travail récent, W. D. Harkins et W. G. Guy, après avoir mesuré la radioactivité du potassium et du rubidium, ont étudié, avec le même dispositif, le sodium, le calcium, le baryum, le strontium, le carbone, le chlore, le brome, le cuivre, le fer, le plomb, le manganèse, le magnésium, le nickel, l'argent, le zinc, le tantale, le tungstè-

ne, le lanthane, le sélénium, l'arsenic, l'étain, l'or, l'antimoine, l'aluminium et le mercure, en opérant soit sur les éléments eux-mêmes, soit sur leurs sels. Ils ont constaté que ces éléments n'émettaient pas de rayonnement β ou tout au moins que ce rayonnement, s'il existe, a une intensité inférieure à 1/300 de celle du potassium, et par suite, à 1/300.000 de celle de l'uranium.

A. Bc.

Médecine

Arthritisme et état colloïdal. — Le groupement parmi les maladies de la nutrition, sous le nom d'arthritisme d'un certain nombre de troubles aigus et d'affections chroniques à caractères familiaux et héréditaires n'est pas seulement une commodité mais surtout un fait d'expérience.

Toutefois, les limites restant imprécises le cadre risque de s'élargir à l'excès : et c'est ainsi que l'attrait d'une appellation a pu, en lui faisant perdre sa vigueur, entraîner médecins et malades à en exagérer la portée.

Le récent Congrès tenu à Vittel vient à point pour redonner au terme sa valeur en montrant qu'il répond bien à une réalité clinique et à un vraisemblable pathogénique.

Diverses théories ont été émises pour rattacher d'un lien commun des manifestations si diverses qui vont des réactions articulaires à la migraine et aux dermatoses en passant par la goutte et l'asthme : ralentissement de la nutrition de Bouchard, bradytropisme de Landouzy, hépatisme de Glénard, insuffisance endocrinienne... c'est qu'en fait, l'Arthritisme ne correspond pas à l'atteinte d'un organe au trouble d'une fonction ; il relève du métabolisme de la cellule : c'est, à l'origine, une maladie des humeurs.

Une explication élégante et très scientifique de ce trouble humoral est donnée par Loeper et Debray : faisant appel aux notions récemment acquises sur l'état colloïdal, ces auteurs définissent l'Arthritisme une « maladie floculante et précipitante par astatolyse ou instabilité des solutions humorales ».

Cette conception illustre les travaux d'A. Lumière dont le grand mérite a été d'élever sur le plan physique l'étude des réaction intimes de l'organisme vivant.

Les innombrables réactions chimiques qui constituent le métabolisme de la cellule vivante ne se conçoivent que si l'on tient compte de ce que les trois-quarts des substances de l'organisme sont à l'état colloïdal, c'est-à-dire de particules finement divisées maintenues en suspension dans le milieu aqueux.

Or, cet état colloïdal offre deux aspects différents ayant pour communs caractères l'extrême division des particules, les mouvements browniens dont elles sont animées : mais tandis que dans l'un, état colloïdal moléculaire les particules sont relativement grosses, isolées, dispersées conservent leurs affinités chimiques et restent en état statique stable (cas de la gélatine, de l'albumine...), dans l'autre, au contraire, état colloïdal micellaire propre aux colloïdes synthétiques et aux humeurs, les agrégats moléculaires sont plus finement divisés, ils forment le « granule micellaire » qu'entoure une couche périgranulaire électriquement chargée, adhérente à lui et lui conférant une sorte d'immunité à l'égard des agents chimiques.

Mais cet état colloïdal micellaire indépendant d'ailleurs de la nature minérale ou organique du granule est relativement peu stable. Par suite de l'incessant antagonisme entre les chocs provoqués par les mouvements browniens et les actions répulsives des charges périgranulaires il se produit des agrégations de micelles, lorsque la force précipitante est de « taille à vaincre l'action électrique répulsive et les deux micelles n'en forment qu'une seule avec un noyau granulaire augmenté » (A. Lumière). C'est le phénomène du « mûrissement des colloïdes » de la « floculation » dont le développement et l'extension de proche en proche aboutit finalement à la précipitation lorsque le support colloïdal s'évanouit, quand, suivant le terme imagé de Loeper, la substance est « décapée ».

Chez le vivant ce phénomène, quand il est massif entraîne des réactions nerveuses, vago-sympathiques intensises et l'on a voulu y voir, avec raison, l'explication des troubles si curieux de l'anaphylaxie, de l'asthme, des crises colloïdoclasiques.

Le processus explique de même le vieillissement de l'organisme : les tissus nobles dont le protoplasma plus fluide est animé de mouvements browniens plus intenses sont le siège de floculations plus nombreuses et sont plus vite troublés dans leur vitalité et leur fonctionnement que le tissu conjonctif qui les remplacera peu à peu en amenant la sclérose.

Ainsi, caractère physique essentiel de la matière vivante, l'état colloïdal micellaire conditionne la vie et le processus de la floculation qui en découle entraîne la maladie, le vieillissement et la mort.

Or, l'Arthristisme est un trouble général sans localisations organiques au début : il présente des manifestations aigües transitoires, puis des troubles chroniques, définitifs, à base de sclérose. Et surtout il amène dans l'organisme de véritables précipitations de substances (tophus goutteux, calculs des diverses lithiases).

Chez l'arthritique, il y a « encombrement humoral » : le sérum sanguin est exagérément chargé en produits d'excrétion : acide urique, acide oxalique, cholestérine notamment et son pouvoir solubilisant est sensiblement diminué : conditions favorables au premier chef au développement du phénomène de la floculation par la saturation et l'instabilité qu'elles créent dans le milieu.

A la floculation se rapportent les troubles transitoires (asthme, migraine) à caractère précisément de brusquerie qui les apparente à l'anaphylaxie : aux précipitations, la diathèse lithiasique et les dépôts organiques et enfin aux processus de sclérose les troubles organiques chroniques.

Ainsi peut-on, logiquement, jusqu'à nouvel ordre trouver dans l'état colloïdal micellaire et son corollaire la floculation une explication rationnelle d'une maladie dont les manifestation protéiformes n'étaient unis que par un lien inconsistant.

Dr Jean Didiée.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 26 septembre 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Jacques Chokhate* (transm. par M. Appell). — **Sur les quadratures mécaniques et sur les zéros des polynomes de Tchebycheff dans un intervalle infini.**

CHIMIE PHYSIQUE. — *Henry de Laszlo* (transm. par M. Maurice de Broglie). — **Absorption des rayons ultraviolets par les dix isomères du dichlornaphtalène.**

Les résultats obtenus sont résumés dans un graphique et un tableau.

CHIMIE MINÉRALE. — *G. Urbain* et *Pulin Bihari Sarkar*. — **Sur les analogies du scandium avec les éléments trivalents de la famille du fer.**

Les seuls rapprochements que l'on puisse jusqu'ici légitimement faire entre le scandium et les terres rares sont d'ordre analytique, mais ce serait pas alors des terres rares que le scandium se rapprocherait le plus, mais du thorium, malgré la différence de leurs valences. Toutefois, élément trivalent le scandium ne peut avoir d'analogies profondes qu'avec d'autres éléments trivalents, et si malgré les apparences il n'en présente pas avec les éléments du groupe en terres rares, il pourrait en présenter avec d'autres éléments trivalents que l'on ne saurait rapprocher des terres rares.

Les recherches poursuivies par l'auteur montrent qu'en effet le scandium dans ses sels complexes, et principalement dans ces complexes hexacoordonnés, se rapproche particulièrement des éléments trivalents de la famille du fer.

AGRONOMIE. — *J. Dumont* (transm. par M. Henneguy). **Influence des cultures prolongées sans engrais sur la richesse azotée des sols.**

L'auteur a examiné le mouvement de l'azote dans des terres sans engrais depuis 53 ans, 35 ans et 25 ans.

Les premières (53 ans sans engrais) accusent une perte en azote de 0 gr. 85 par kilo soit 2.550 kilos pour l'ensemble de la couche arable d'un hectare pesant 3.000 tonnes.

Les deuxièmes (35 ans sans engrais) accusent de fortes pertes dans les cases de végétation où la terre n'est pas fertilisée; les pertes sont moindres dans les cases régulièrement cultivées que dans celles restées sans culture, désherbées ou binées depuis l'origine.

Les troisièmes (25 ans sans engrais) accusent une perte annuelle de 0,0132.

En résumé, les pertes d'azote de nos sols sont faibles et la culture périodique d'une légumineuse les rendrait insignifiantes.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix* et *F. Delhaye*. — **Sur l'existence de syénites néphéliniques dans la région de Rutshuru (Graben central africain).**

Le massif syénitique en Rutshuru présente une physionomie très spéciale; l'ensemble de ses roches ne ressemble pas aux syénites néphéliniques connues en Afrique. Il est intéressant, en outre, de voir ce centre de roches éruptives anciennes à soude, généralement prédominante, se trouver sur le bord de la grande dépression du Kivu, où des volcans, en partie actifs, ont fourni et fournissent encore des laves, à la fois néphéliniques et leucitiques.

GÉOLOGIE. — *E. Bruet* (transm. par M. Ch. Depéret). — **Sur le Pliocène supérieur de la vallée de l'Aujon.**

L'auteur a continué l'exploration de la couche d'ocre rouge dont il a précédemment donné les caractéristiques principales. Il a observé le passage latéral de la formation d'ocre dont l'âge est bien déterminé, au limon de plateaux relativement pauvre en fer. L'âge de cette dernière formation ainsi déterminé, apportera une aide précieuse dans l'étude des hautes terrasses de l'Aujon et de l'Aube.

CYTOLOGIE. — *Pierre P. Grassé* et *Mlle Odette Tuzet* (transm. par M. Henneguy). — **Sur le bâtonnet chromatique de la tête des spermatozoïdes.**

Les auteurs ont étudié plus particulièrement le filament des gamètes mâles des Méduses acalèphes, des Gastéropodes prosobranches, des Batraciens et des Oiseaux. Des divers cas étudiés, il ressort que le filament chromatique paraît être un dérivé centriolaire à peu près constant. Il semble rationnel de comparer cet organite aux fibrilles qu'engendre le centrosome ou le blépharoplaste (qui en dérive) des Flagellés (parastyle des Chilomastix, axostyle différencié des *Monocercomonas*).

PHARMACODYNAMIE. — *Raymond-Hamet* (prés. par M. A. Desgrez). — **Influence de la yohimbine sur l'action intestinale de l'adrénaline et de l'ouabaïne.**

Les doses fortes d'ouabaïne qui inhibent les contractions intestinales du chien vivant non yohimbiné, n'ont plus cette action chez l'animal yohimbiné et chez celui qui vient de mourir (contractions postmortelles de Bräam-Houckgeest). Il en est de même de l'adrénaline qui, tout au moins aux doses faibles, n'a plus d'action inhibitrice intestinale chez le chien yohimbiné et chez le lapin qui vient de mourir.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L. Barthe* et *E. Dufilho* (prés. par M. A. Desgrez). — **Dosage du chlore et du sodium dans les laits de quelques femelles de Mammifères.**

Dans le lait de femme, comme dans celui de jument, la proportion de Cl est supérieure à celle du Na, et aussi à la quantité de chlorure de sodium déduite de celle du Na dosé directement. Par conséquent, dans le lait de femme, le chlore est compté à tort en NaCl : il est donc combiné à d'autres éléments, probablement au calcium, très abondant dans les laits de femme et de jument: Le Cl augmente avec le Na, quand augmente la période de lactation. Il semble donc que le Na ne soit pas utile à l'organisme du nouveau-né.

Pour le lait de jument, dans la période colostrale, le chlore se trouve aussi dans une proportion supérieure à 1 gr., pour se fixer ensuite aux environs de 0 gr. 50 à 0 gr. 70 par litre, comme dans le lait de femme. Il n'y a que des traces de Na à toutes les périodes de lactation.

Ces différents résultats rapprochent très sensiblement les laits de femme et de jument, mais les différencient du lait de vache. Ils démontrent que c'est à tort que jusqu'ici le chlore dosé dans les différents milieux qui le contiennent a été exprimé en chlorure de sodium.

— *Swigel* et *Théodore Posternak* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur le noyau phosphoré de l'ovovitelline.**

Le noyau phosphoré de l'ovovitelline, de même que celui de la caséine de lait, est formé par l'enchaînement d'un certain nombre d'acides sérine-phosphoriques.

Les recherches exposées dans cette Note font ressortir l'importance du rôle physiologique de l'acide sérine-phosphorique qui, élaboré continuellement en grande quantité par l'organisme maternel en vue de la nutrition de l'embryon et du jeune, représente sans doute un stade essentiel du métabolisme phosphoré.

HYGIÈNE. — *Kohn-Abrest* (prés. par M. d'Arsonval). — **Diffusion atmosphérique des fumées de Paris.**

Les expériences relatées dans cette Note démontrent que l'air de Paris, dans les jardins du Champ-de-Mars, peut être qualifié de très pur; que, contrairement à ce que l'on pourrait croire, cet air n'est pas plus chargé de fumées au voisinage du sol que dans les parties élevées. Au contraire, il semble bien que la viciation générale de l'atmosphère augmente avec le niveau, soit par apparition dans les couches supérieures de petites quantités d'oxyde de carbone, soit par l'augmentation très nette de l'acide carbonique (à 288 m.).

En valeur absolue, les chiffres relevés n'indiquent cependant, pour l'ensemble de l'agglomération parisienne, au point de vue chimique, qu'une viciation très faible; mais ils montrent qu'on ne trouverait guère, dans les régions les plus élevées de la Ville, un air plus pur que dans certaines parties basses, et qu'il existe une « voûte de fumées » encore saisissable à 300 m.

PHYSIO-PATHOLOGIE. — *Jules Amar* (prés. par M. d'Arsonval). — **Origine parasitaire du cancer.**

Les données exposées dans cette Note (effets visibles d'une toxine, tumeurs et facteurs asphyxiques, présence de parasites cancérogènes, analogie avec tumeurs végétales) fortifient la *théorie parasitaire* du cancer, jusqu'ici dédaignée. L'auteur espère pouvoir expliquer bientôt pourquoi la cause demeure *discrète* alors que ses manifestations sont on ne peut plus frappantes.

MICROBIOLOGIE. — *F. Dienert* et *P. Etrillard* (prés. par M. Roux). — **Action du chlore libre sur les microbes.**

D'après la théorie Bunau-Varilla et Teschoueyres, les matières organiques, l'urée, traitées par l'hypochlorite, émettraient des radiations abiotiques qui favoriseraient la stérilisation. Les auteurs n'ont pas rencontré ces radiations dans leurs expériences. Aussi, d'après eux, actuellement, seule la théorie chimique (chloruration et oxydation de la matière constituant les microbes) explique l'action stérilisante du chlore libre.

Séance du 3 octobre 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Paul Montel.* — **Sur les fonctions sousharmoniques et leurs rapports avec les fonctions convexes.**

— *Pierre Humbert* (transm. par M. Appell). — **Sur le prépotentiel sphérique.**

MÉCANIQUE. — *Mesnager.* — **Observations sur une Note de M. T. J. de Sèze.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *H. Deslandres.* — **Loi de distribution des orages magnétiques et de leurs éléments. Conséquences à en tirer sur la constitution du Soleil.**

Les observations faites par l'auteur lui font apparaître plus nettement l'action du Soleil dans le phénomène des orages magnétiques, sur le rôle de ses deux rayonnements et sur la constitution de l'astre. Le rayonnement ultraviolet et X, et aussi en partie le rayonnement corpusculaire émané du disque entier du Soleil, produisent la variation diurne de l'aiguille aimantée. Les orages proprement dits proviennent directement ou indirectement des volcans permanents de la couche profonde, qui rejettent des corps radioactifs, les uns à périodes courtes, les autres à périodes longues; ceux-ci donnent après un certain temps les taches et facules. Les taches sont des centres d'émission secondaires; les facules seraient dues à la diffusion dans les couches solaires de corps radioactifs particulièrement volatils et à rayonnement positif.

— *L. d'Azambuja* (prés. par M. H. Deslandres). — **Sur la structure de la chromosphère solaire.**

Cette Note complète celle du mois de novembre dernier (*C. R.*, 183, 1926, p. 1023). Neuf raies ont été sélectionnées : 1° sept raies à ailes d'importances diverses, appartenant à des éléments neutres variés, Mg 3838 (intensité 25, d'après Rowland, Fe 4046 (30), Fe 4144 (15), Ca 4227 (20), Fe 4384 (15), Mg 5184 (30), Na 5890 (30); 2° la raie 4078 (8) du strontium ionisé. A premirèe vue, cette raie paraît à peu près dépourvue d'ailes. Un examen plus attentif, toutefois, révèle que, dans son voisinage, l'intensité du spectre continu diminue graduellement et n'a plus que la moitié de sa valeur normale aux lisières mêmes de la raie; 3° une raie, d'aspect aussi identique que possible à la précédente, mais appartenant à l'atome neutre du fer, λ 4202 (8).

— *E.-M. Antoniadi* (prés. par M. H. Deslandres). — **Sur la rotation du IIIe satellite de Jupiter.**

Les observations montrent que ce satellite présente toujours la même face à Jupiter, sauf pour la librature en latitude qui n'est pas décélable. Sa période de rotation est égale à celle de sa révolution autour de la planète.

MÉTÉOROLOGIE. — *Henri Marcelet* (prés. par M. C. Matignon). — **Analyse chimique de la boue récoltée sur la terrasse supérieure du Musée océanographique de Monaco, à la suite de l'orage du 31 octobre 1926.**

La boue séchée se trouvait dans un état de très grande finesse; elle faisait effervescence avec les acides. Le dosage centésimal a donné :

Silice en SiO^2	46.56
Alumine en Al^2O^3	10.69
Fer en Fe^2O^3	6.01
Chaux en CaO	18.09
Magnésie en MgO	2.09
Sulfates en SO^3	0.47
Carbonates en CO^2 (par différence)	16.09

GÉODÉSIE. — *Paul Helbronner.* — **Sur les opérations de la description géométrique détaillée des Alpes françaises (23e campagne 1927).**

Cette campagne avait pour but de compléter les triangulations complémentaires destinées à achever sur le terrain le détail du dernier réseau prévu pour la description géométrique des Alpes françaises. Un tableau récapitulatif donne un résumé très succinct des acractéristiques des vingt-trois campagnes exécutées de 1903 à 1907.

OPTIQUE INSTRUMENTALE. — *G.-W. Ritchey* (prés. par M. H. Deslandres). — **Sur quelques avantages mécaniques et autres résultant de la très petite longueur et de la structure compacte du type de télescope aplanétique Ritchey-Chrétien.**

Les principaux avantages de ce télescope sont : tube moitié moins long que celui du type newtonien de même ouverture et de même rapport focal; il peut être facilement contrebalancé automatiquement dans toutes les positions; la charpente métallique, très courte, peut, pour cela même, avoir toutes ses parties enveloppées dans du feutre ou du liège afin de diminuer la contraction et la dilatation et par suite les changements du foyer, pendant l'usage; l'observateur travaille toujours à la partie inférieure du tube où le mouvement est petit et lent.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Jean Thibaud* et *A. Soltan* (prés. par M. Maurice de Broglie). — **Mesures spectographiques dans le domaine intermédiaire (séries K L M N).**

Les auteurs ont photographié des raies nouvelles : raies K de l'azote et du bore et doublets N des éléments Ta (73), W (74), Pt (78), Au (79). Un tableau indique les longueurs d'onde représentant la moyenne des mesures d'un grand nombre de clichés et pour la plupart des raies, sur plusieurs ordres successifs.

Les auteurs ont utilisés pour leurs recherches le spectrographe à réseau tangent décrit récemment par M. J. Thibaud. Ils ont reconnu que les plaques photographiques non huilées convenaient aussi bien que celles recouvertes d'une couche d'huile fluorescente, employées jusqu'ici.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Fred Vlès.* — **Sur les propriétés optiques de certaines matières colorantes susceptibles de changer de couleur dans des solutions de sels neutres concentrés.**

Les recherches ont porté sur des matières colorantes qui, sans être les indications de pH ou de rH, sont susceptibles de présenter des changements de couleur en présence des sels neutres concentrés. De telles matières colorantes se rencontrent dans diverses familles organiques. L'étude des modifications moléculaires a été faite en étudiant au spectrophotomètre l'absorption de ces ma-

tières en solution dans KCl. L'auteur a pris comme exemple la sulfone cyanine 5 R : une solution à $3,5.10^{-5}$, entre la normale et la saturation de KCl, est *rose*, avec une bande l'absorption principale sur λ 515 $m\mu$; au même taux dans une solution 0,02 N (KCl 1.6) elle est *violette*, avec une bande principale sur λ 540.

— *W. Ipatieff* et *B. Mouromtseff* (prés. par M. C. Matignon). — **Formation de silicates cristallisés en milieu aqueux sous pression et à températures élevées.**

Généralisant la réaction qui leur a permis d'obtenir le silicate de zinc cristallisé, par l'action de l'hydrogène sous pression et à des températures assez élevées, les auteurs ont pu obtenir de même la silice et les silicates bien cristallisés en partant de ces corps amorphes. Le gel de silice ou de silicate obtenu par double décomposition est émulsionné dans l'eau et introduit dans un tube en argent que l'on place dans la bombe à pression : on charge celle-ci avec de l'hydrogène et quelquefois avec du gaze carbonique. On chauffe le tout à température constante pendant 2 ou 3 jours; le produit est lavé à l'acide chlorhydrique pour éliminer les oxydes qui se sont formés et l'on obtient souvent un corps homogène. On a ainsi préparé à l'état cristallisé : le silice et les silicates de magnésie, de calcium, de manganèse, de zinc, d'aluminium et de fer.

— *Erling Botolfsen* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur la sublimation du fer dans le vide.**

C'est en étudiant la décomposition d'un oxyde par la chaleur que l'auteur a constaté que le fer se sublime dans le vide, au-dessous de son point de fusion. L'oxyde fut placé dans un récipient en fer qui fut placé dans un tube en silice transparente, dans lequel le vide fut fait et qui fut chauffé à 1300° dans un four à baguette de silicate.

Après 5 heures de chauffage à 1200° on constata la presence d'une couche métallique et cristalline sur l'oxyde chauffée, ainsi qu'un dépôt sur le tube en silice au-dessus de la partie chauffée.

Le récipient chauffé, sans oxyde, a donné également un dépôt de fér sur le tube de silice.

— *Jean Cournot* et *Macedo Soares Silva* (prés. par M. Léon Guillet). — **Essais de viscosité sur le nickel, l'aluminium et les alliages légers.**

Le nickel commercial, l'aluminium Calypso, l'alpax, le duralumin ont été essayés en fils de 1 m/m de diamètre, à plusieurs températures et sous divers efforts unitaires. Les résultats exposés dans un tableau montrent : 1° l'infériorité des limites de viscosité par rapport aux charges de ruptures ordinaires, particulièrement pour l'aluminium; 2° le renforcement des limites de viscosité pour l'alpax et surtout le duralumin, par rapport à l'aluminium; 3° les valeurs relativement élevées de viscosité présentées par le nickel; à 500 et 600°, elles sont à peu près doubles de celles données par les aciers ordinaires doux et demi-doux, dans les mêmes conditions d'essais.

CHIMIE MINÉRALE. — *P. Lebeau* et *A. Damiens* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur l'existence d'un composé oxygéné du fluor.**

Au cours des recherches relatives à un nouveau procédé de préparation du fluor basé sur l'électrolyse d'un bain de fluorures acides de potassium, fusibles au-dessous de 100°, avec une cathode de fer ou de nickel, les auteurs ont observé que parfois le mélange gazeux obtenu après intervention de l'eau sur le gaz de l'anode, supposé être du fluor pur, contenait un autre constituant nettement différencié. Ils ont pu reconnaître dans ce constituant un composé oxygé du fluor. Ce nouveau gaz est peu soluble dans l'eau; il reste inaltéré lorsqu'il est chauffé à 125° au contact du verre. Il a pour formule OF^2 et paraît être plutôt un oxyde qu'un anhydride.

MINÉRALOGIE. — *R. Van Aubel.* — **Sur la genèse des gîtes uranifères de Kasolo (Katanga).**

Les filons uranifères de Kasolo semblent se rapprocher des formations pneumo-hydrothermales, c'est-à-dire d'une classe de gîtes magnatiques, voisine du groupe stannifère, et d'un type intermédiaire entre les filons pegmatitiques et les filons hydrothermaux proprement dits.

L'uraninite de Kasolo serait plus ancienne que la pechblende massive qui, d'après le calcul fait par C. W. Davis, par la méthode Ur-Pb-Th, aurait 665 millions d'années.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *L. Picard* et *R. Soyer.* — **Sur la présence du Jurassique, du Crétacé inférieur et moyen sur le versant ouest de l'Antiliban.**

Les couches à *Cidaris Glandaria* ne constituent pas un faciès local spécial à l'Hermon, mais elles ont un développement assez considérable. L'Antiliban et l'Hermon paraissent dès lors être placés dans des conditions tectoniques tout à fait analogues et ces constatations amèneront à multiplier les recherches dans ces régions car ce n'est qu'à la suite d'une étude d'ensemble de ces deux régions que la synthèse tectonique de la Syrie-Palestine pourra être réalisée.

— *Jacques de Lapparent* (prés. par M. Pierre Termier). — **La position stratigraphique des bauxites du Pays de Fenouillet.**

Le mur des gîtes de bauxite du Pays de Fenouillet est incontestablement crétacé. Les bauxites supportent l'Aptien; elles sont donc d'âge anté-Aptien. Il est difficile de préciser auquel des trois étages barrémien, hauterivien, valanginien, elles appartiennent.

L'arrêt dans la sédimentation marine attesté par les bauxites, ce qu'on nomme une lacune, s'est produit dans le cours du Crétacé inférieur.

— *Ch. Jacob* et *L. Mengaud* (prés. par M. Pierre Termier). — **La structure des Massifs du Mont-Perdu, du Sestrales et de la Tendenera en Haut-Aragon.**

Il faut concevoir la Tendenera comme le revêtement secondaire tertiaire de la Zone axiale, revêtement redressé à la verticale, sans doute sous la poussée du prolongement du pli de Gavarnie. La structure du Perdu est plus compliquée. Les calcaires montiens sont surmontés de Maestrichtien et l'on retrouve le Montien au-dessus, dans l'entablement principal des hauts du Perdu.

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *R. Argaud* et *G. Billard* (transm. par M. Henneguy). — **Les étages lymphoïdes du tractus digestif.**

En considérant les étapes suivies par le bol alimentaire, les auteurs montrent les zones où le tractus est certainement plus vulnérable à l'infection; plus vulnérable du fait d'une stagnation plus grande et, par suite, d'un contact plus prolongé, ou encore plus vulnérable au niveau des passages dont le magma alimentaire est obligé de solliciter, plus ou moins longuement, l'ouverture, avant de les franchir.

ZOOLOGIE. — *G. Athanassopoulos* (prés. par M. L. Joubin). — **Sur un caractère somatométrique des *Nereus*.**

En examinant certaines espèces de poissons du genre *Epinephelus*, l'auteur a eu l'occasion de mesurer la quantité $d = 2E—H$, ou E est l'épaisseur maxima du corps et H la hauteur du tronc du poisson. Il a constaté une graduation progressive d'une espèce de *Nereus* à l'autre; elles ne se séparent pas d'une manière brusque et nette, quant

à la formation du corps. On peut reconnaître les formes typiques facilement, en mesurant la quantité *d*.

Des résultats analogues ont été obtenus en examinant les *Muges*.

PHYSIOLOGIE. — *M.* et *Mme A. Chauchard* (prés. par M. L. Mangin). — **Les localisations cérébrales motrices chez les Vertébrés.**

Chez la Grenouille, sur les hémisphères, des stimulus d'intensité moyenne ne s'accompagnent d'aucune réponse musculaire; des excitations de plus en plus fortes finissent toutefois par déterminer des mouvements généralisés dus à la diffusion du courant. Par contre, à la surface des lobes optiques, les auteurs ont, comme chez les Poissons, mis en évidence des zones dont l'excitation provoque des mouvemnts croisés de tel ou tel segment du corps suivant le point excité.

Pour les Poissons comme pour les Batraciens, la valeur de la chronaxie est de l'ordre du dix-millième de seconde.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Alfred Maubert* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Influence du thorium X sur l'activité de l'émulsine.**

A très faibles concentrations (jusque vers 1/20 de microgramme par centimètre cube) le thorium X paraît exercer par son rayonnement total un effet accélérateur de l'action de l'émulsine sur l'amygdoloside (amygdaline).

A concentrations plus élevées, l'effet semble devenir de plus en plus paralysant jusque vers une concentration de 12 γ par centimètre cube où l'activité de cette diastase, semble être détruite ou du moins complètement paralysée par l'action du rayonnement total du thorium X.

Les rayonnements pénétrants, bêta et surtout gamma, agissant seuls, exercent aux mêmes concentrations des effets beaucoup plus faibles sur l'activité de l'émulsive. A une concentration radioactive de 12 γ de thorium X par centimètre cube (en ampoule close), l'effet semble légèrement paralysant. Il en résulte donc que l'influence accélératrice serait dué à l'intervention du rayonnement alpha.

PARASITOLOGIE. — *Jean Feytaud* et *René Dieuzeide* (prés. par M. Paul Marchal). — **Sur un Champignon parasite du *Reticulitermes lucifugus* Rossi.**

La *Termitaria* est essentiellement un parasite interne et non un simple ectoparasite comme on l'avait cru tout l'abord. Il se présente sous forme de stromas ou faisceaux mycéliens hérissés de ramifications courtes et donnant naissance aux filaments libres, plus ou moins ramifiés et enchevêtrés.

Le *Termitaria* du *R. lucifugus* Rossi de Bordeaux se rapproche beaucoup du *T. Snyderi* Taxter, mais il en diffère par les spores prismatiques, par les chlamydospores piriformes disposées en chaînettes radiaires, et par l'absence de poils passant au travers de l'hyménium.

PROTISTOLOGIE. — *A. Pailot* (transm. par M. F. Mesnil). — **Sur deux Protozoaires nouveaux parasites des chenilles de *Pyrausta nubilalis* Hb.**

La première maladie a pour cause une Microsporidie à laquelle l'auteur donne le nom de *Perezia pyrausta*. Le parasite se rencontre surtout dans les tubes de Malpighi et dans les glandes sérigènes. L'autre maladie, très rare; semble-t-il, a pour cause un Flagellé pour lequel l'auteur propose le nm de *Leptomonas pyraustæ*.

— *Edouard Chatton* et *André Lwoff* (prés. par M. F. Mesnil). — **Le cycle évolutif de l'Infusoire *Fœttingeria actiniarum*. — Nécessité d'un second hôte crustacé.**

Le plein et constant succès de l'infestation indirecte, la démonstration du délai nécessaire à la métamorphose kystétique éliminent pour les auteurs la possibilité, de l'infestation directe. L'infestation facile des Crustacés de tous ordres explique la fréquence et l'ubiquité relative de l'infection des *Actinies*.

La *Fœttingeria* est le premier exemple d'un Infusoire dont l'évolution s'effectue par deux hôtes différents.

— *Etienne Wolff* (prés. par M. F. Mesnil). — **Le comportement et le rôle de la vacuole contractile d'une amibe d'eau douce.**

Les expériences sur l'amibe du genre *Hartmannella* relatées dans cette Note mettent en évidence l'influnce de la pression osmotique sur la vésicule contractile. Le rôle de celle-ci paraît bien être celui d'un organe régulateur, destiné à augmenter la pression osmotique du milieu intérieur.

P. GUÉRIN.

Séance du 10 octobre 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *W. Goloubeff.* — **Sur une fonction automorphe bornée.**

GÉOMÉTRIE. — *L. Féraud.* — **Les correspondances $C_{2\infty}$ entre des surfaces de l'espace à quatre dimensions.**

HYDRODYNAMIQUE. — *Grialou.* — **Mouvement rotationnel plan des liquides doués de viscosité, le régime étant permanent et les trajectoires étant verticales.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Th. de Donder.* — **L'équation fondamentale de la chimie quantique.**

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *G. P. Arca* et *P. Etienne* (prés. par M A. Cotton). — **Sur la rigidité des liquides.**

Les phénomènes d'élasticité décrits en 1889 par Schivedoff, qui employait une solution de gélatine, puis retrouvés, en 1893, par M. Colin qui observa en outre de nouveaux phénomènes, ont encore été étudiés par MM. Arcay et Etienne dont les recherches confirment les conclusions de M. Colin sans toutefois infirmer tous les résultats de Schwedoff. Dans les limites d'une expérience, la rigidité demeure constante, mais elle croît très rapidement avec le vieillissement des liquides. Parmi les liquides qui se montrent non rigides, figurent des corps comme les huiles et le collodion, qui présentent le phénomène de biréfringence accidentelle.

ÉLECTRICITÉ. — *Ch. Fabry.* — **Sur le calcul de la chaleur dégagée par les courants de haute fréquence.**

L'auteur soumet au calcul le problème, étudié expérimentalement par M. d'Arsonval, relatif à l'échauffement des tissus par les courants de haute fréquence M. d'Arsonval, pour expliquer la discordance entre le dégagement de chaleur mesuré et celui que donnerait la loi de Joule, a fait intervenir l'effet de capacité de la cuve et a admis, en plus de l'effet Joule, un dégagement de chaleur par suite de phénomènes d'hystérésis ou de viscosté diélectique.

M. Fabry montre que l'effet de capacité explique réellement les faits observés, mais qu'il ne paraît pas nécessaire de faire intervenir un échauffement dû à l'hystérésis diélectrique; la loi de Joule explique tout, en tenant compte du simple fait que le courant mesuré à l'ampéremètre est la superposition d'un courant de conduction et d'un courant de capacité, et que le premier seul dégage de la chaleur, le second étant dewatté.

SPECTROSCOPIE. — *F. Croze* et *C. Mihul* (prés. par M. Cotton). — **Multiplets anormaux et intercombinaisons dans le spectre OII.**

Fowler et, plus tard, M. Mihul ont reconnu dans le spectre O II des groupes de combinaisons comportant des termes nouveaux dont la classificaton suivant la systématique de Hund a présenté des difficultés. MM. Croze et Mihul,

dans cette nouvelle Note résolvent le problème par l'étude de l'effet Zeeman.

POUVOIR ROTATOIRE. — *E. Darmois* et *R. Descamps* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Dispersion rotatoire naturelle des complexes molybdo-maliques.**

Poursuivant leurs recherches antérieures sur les propriétés des complexes que l'acide malique donne avec l'acide molybdique et les bases, les auteurs ont cherché à étendre à l'ultraviolet les mesures de dispersion rotatoire arrêtées à la raie indigo de mercure. En raison des propriétés absorbantes des solutions employées, ils n'ont pu dépasser la raie ultraviolette 3655 Å du mercure.

Ils ont observé qu'avec le sel dextrogyre d'ammonium, la dispersion est très supérieure à celle donnée par la loi de l'inverse carré, avec le sel lévogyre de potassium la dispersion est nettement inférieure à celle du sel droit.

ATOMISTIQUE. — *Pierre Bricout* (prés. par M. Fabry). **Étude quantitative de la luminescence de la vapeur de mercure excitée par choc électronique.**

La mesure a été effectuée sur le principe suivant : une enceinte métallique, continuellement évacuée par une pompe à diffusion, renferme de la vapeur de mercure à une température connue, et au sein de laquelle un filament de carbone émet des électrons qui se dirigent vers une grille et une plaque planes toutes deux, portées au même potentiel positif par rapport au filament. Les radiations excitées dans l'espace compris entre la grille et la plaque traversent une fenêtre de quartz et sont enregistrées photographiquement par un petit spectographe. Une série de clichés est prise sur la même plaque, l'intensité du courant électronique restant constante, et la différence de potentiel accélératrice variant graduellement. En comparant par les procédés densitométriques habituels les noircissements obtenus à ceux produits par une source ultraviolette d'intensité connue, on peut déduire l'intensité du rayonnement de la vapeur correspondant à une vitesse donnée des électrons, c'est-à-dire la fonction d'excitation.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *R. de Mallemann* (prés. par M. A. Cotton). — **Biréfringence électrique du benzile.**

Les expériences ont permis d'établir que la constante de Kerr du benzile est négative et supérieure en valeur absolue à celles de tous les autres corps négatifs connus. L'auteur a montré antérieurement que ce fait devait s'interpréter théoriquement de la manière suivante : la molécule de benzile possède un moment structural (permanent) important et simultanément une forte anisotropie induite. Ce résultat, déduit de l'observation du benzile, est précisément l'hypothèse qui avait été suggérée *a priori* pour interpréter certaines propriétés électriques et optiques du quartz.

PHOTOCHIMIE. — *Josef Hrdlicka* (prés. par M. Ch. Fabry). **L'action du permanganate de potassium sur la plaque photographique et les infractions à la loi de réciprocité.**

L'image latente et γ sont affaiblies par le permanganate neutre de potassium, mais sans variation du seuil de sensibilité; l'action de ce sel rend développables les grains que la solarisation initiale avaient rendus non développables. Avec un traitement d'une minute par le permaganate on observe un minimum de densité très bien caractérisé, correspondant toujours à un point situé entre la limite au-delà de laquelle la courbe n'est plus rectiligne, et le maximum de densité. La densité pour l'image latente normale croît jusqu'à un certain maximum puis décroît, passe par un minimum situé également encore dans la partie de l'image normale et croît de nouveau.

Le permanganate acide, qui attaque l'argent colloïdal détruit les germes, constitués, d'après Sheppard, par du sulfure d'argent. Ces résultats sont en accord avec l'hypothèse que l'image latente est formée en partie d'argent métallique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Audant* (prés. par M. A. Cotton). **Application de la spectrographie de fluorescence à l'examen des alcaloïdes en poudre.**

Le dispositif employé et décrit par l'auteur lui a permis d'étudier au microphotomètre, malgré leur faible largeur, des spectres de fluorescence bien caractérisés obtenus avec des quantités d'alcaloïdes extrêmement réduites et même avec quelques traces de poudres. Chaque alcaloïde possède au moins pour une certaine radiation excitatrice, un spectre de fluorescence caractéristique. On emploie couramment, pour provoquer la fluorescence, la radiation 3650 qu'il est facile d'isoler. Dans ce cas et même parfois avec la radiation 3130, des alcaloïdes différents donnent souvent des spectres de fluorescences semblables se traduisant par des courbes très voisines qui ne permettent aucune différenciation.

CHIMIE MINÉRALE. — *Ed. Chauvenet* et *E. Duchemin* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la purification de la Glucine.**

On a opéré sur une glucine commerciale renfermant 1, 5 p. 100 d'impuretés (aluminium, fer, calcium) : la purification se fait au moyen de l'oxychlorure de carbone. On introduit la glucine dans un tube de silice et, pour empêcher l'entraînement de la poudre par le courant gazeux, on place à l'avant et à l'arrière de la substance une plaque en porcelaine perforée. On chauffe le tube soit au moyen d'une grille à analyse, soit au moyen d'un four à résistance; un couple thermo-électrique Le Chatelier fait connaître la température que l'on règle à 450°. Deux heures environ suffisent pour purifier 50 gr. de glucine.

CHIMIE ORGANIQUE. — *J. Bougault* (prés. par M. Ch. Moureu. — **Un exemple d'éther oxyde d'hydrate de cétone. Acides benzalphényléthylsucciniques et benzylphényléthylmaléiques.**

Dans une Note précédente (*C. R.* 184, 1927, p. 1255), l'auteur a décrit trois, sur quatre, des acides éthyléniques qu'il a isolé; ils fondent à 161°, 184° et 120°, le quatrième qui fait l'objet de cette Note, fond à 191°, il est insoluble dans l'eau, dans le benzène et le chloroforme, assez soluble dans l'éther, plus soluble dans l'alcool. Il n'est pas hydrogénable par l'amalgame de sodium.

— *Ramart Lucas* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur le mécanisme des transpositions moléculaires.**

Pour expliquer certaines transpositions par simple migration d'électrons de valence entre atomes voisins, l'auteur a utilisé la semivalence de M. Perrin et montre que celle-ci explique les réactions entre molécules aussi bien que les transpositions intramoléculaires, et l'on comprend que, en raison des activations nécessaires, la nature des transpositions dépend non seulement des radicaux, mais aussi de la température, de la pression et du solvant.

L. FRANCHET.

GÉOLOGIE. — *H. Douvillé.* — **Le marbre de Sarrancolin et les calcaires à Rudistes de la Haute-Garonne.**

L'auteur examine à nouveau et décrit avec plus de détails les couches dans lesquelles on exploite le marbre dit de Sarrancolin et qui renferme la *Caprina adversa*, caractéristique du Cénomanien.

Les couches à *Caprina adversa* formeraient un synclinal au milieu de l'Albien. C'est exactement la situation des marbres brèches, de couleur claire, tachés de jaune et de rouge, que l'auteur a signalés en 1918 au nord d'Argelès, et qui renferment également *Caprina adversa*.

— *F. Blondel* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la géologie et la métallogénie du gisement de zinc de Cho Dien (Tonkin).**

Cet important gisement qui produit actuellement près de 40.000 tonnes de minerai marchand par an, est situé dans le Haut-Tonkin, à environ 140 km. à vol d'oiseau, au nord de Hanoï.

L'ensemble des recherches et des exploitations minières, conduites avec beaucoup de méthodes, permet de se faire une idée assez nette de la minéralisation de ce massif. En laissant de côté les minerais sulfurés, assez rares, on peut grouper les zones minéralisées en carbonate et silicates en trois catégories qui ont entre elles des relations évidentes : les fractures, les amas-couches et les poches. Les amas sont presque constitués par de la smithsonite ordinairement très belle et très pure.

— *E. Bruet* (transm. par M. Depéret). — **Sur la nature et l'âge du limon des plateaux au nord-est de La Ferté-sur-Aube.**

Dans les régions stables et depuis longtemps exondées où coulent actuellement l'Aube (en amont de Bar-s-Aube) et l'Aujon, il existait au Miocène des terrains altérés composés généralement d'argiles ferrugineuses. Au Pliocène supérieur (Villefranchen), il s'est établi un régime fluvial qui a repris ces argiles ferrugineuses ou autres dépôts altérés, déposé l'ocre rouge et le limon d'Arc, ainsi que le limon de La Ferté-sur-Aube. D'autres vestiges de ces événements paraissent subsister par ailleurs.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pierre Lesage* (prés. par M. L. Guignard). — **Courbes de croissance et hérédité du caractère précocité à des latitudes très différentes.**

Les graines gardent le souvenir de la précocité acquise sous l'influence de la chaleur, par la vie sous châssis, lorsqu'elles donnent des plantes qui la manifestent encore en plein air, c'est-à-dire en l'absence de la cause, après quelques générations de vie sous châssis et, en particulier, à Rennes, après un entraînement de deux générations, une seule ne suffisant pas, comme l'a montré un essai spécial était en 1927, sur le *Lepidium* des expériences de l'auteur.

Le caractère précocité persiste aux quatre stations (Alger, Rennes, Rothamsted, Marseille) et demeure héréditaire jusqu'à la sixième génération au moins.

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. — *P. Lasareff* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la théorie de l'excitation des nerfs et des muscles par des courants électriques de haute fréquence et de courte durée.**

L'auteur établit un certain nombre d'équations qui sont précisément les équations de M. Nernst, dont l'intégration lui permet de retrouver les lois célèbres de cet auteur.

BACTÉRIOLOGIE. — *Lesbouyries* et *Verge* (prés. par M. E. Leclainche). — **Les formes filtrantes du bacille de Koch dans la tuberculose canine.**

Ces recherches permettent d'affirmer la présence des formes filtrables du virus tuberculeux dans la tuberculose canine. Ce virus filtrable, après inoculation au cobaye, donne à nouveau des formes acido-résistantes qui permettent, en quelque sorte, de fermer le cycle des transformations du bacille tuberculeux.

PATHOLOGIE. — *André Jousset* (prés. par M. Pierre Bazy). — **Recherches sur l'anthracose pulmonaire.**

Ces recherches démontrent que, si l'on en excepte le cas particulier des mineurs, l'anthracose pulmonaire classique est une pure fiction, que l'encrassement progressif de l'appareil respiratoire, si marqué chez le vieillard et qu'on a toujours attribué aux poussières et à la fumée des villes n'existe pas. La notion d'anthracose doit faire place à celle de sidérose.

La cellule dite *à poussières* doit être considérée non comme un phagocyte protecteur mais comme une véritable scorie ferrugineuse. Elle renferme du fer et l'auteur propose pour elle le nom plus logique de *cellule martiale*.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Svante Arrhenius, Correspondant dans la Section de Physique générale vient de mourir.

Né au château de Wijk, près Upsal, le 10 février 1859, Arrhenius était Professeur à l'Université de Stockholm. Il fut le premier lauréat du Prix Nobel, Président de l'Institut Nobel des Sciences, Vice-Président de la Fondation Nobel. Il était Grand Officier de la Légion d'Honneur et avait été nommé Correspondant de l'Académie en 1911.

Sir Georges Greenhill, Correspondant dans la Section de Mécanique est mort à Londres, âgé de 81 ans. Il était Professeur de Mathématiques appliquées et de Balistique à l'Ecole royale d'artillerie de Woolwich. Il avait été nommé, en 1921, Correspondant de l'Académie.

M. Erick Ivar Fredholm, Professeur de Physique mathématique à l'Université de Stockholm, Correspondant de l'Académie, depuis 1922, dans la Section de Géométrie, vient de mourir.

— MM. Maurice Lugeon, Charles Moureu et V. Grignard sont désignés pour représenter l'Académie à la cérémonie du 70e anniversaire de M. Aimé Pictet, qui aura lieu à Genève le samedi 26 novembre 1927.

— M. Léon Guillet, délégué de l'Académie des Sciences à la séance publique annuelle des cinq Académies qui s'est tenue le 25 octobre, a fait une lecture sur la *Vie du métal*.

Musée pédagogique. — M. Ripault, surveillant général au Lycée Louis-le-Grand, est nommé Directeur du Musée pédagogique en remplacement de M. Houtin, décédé.

Office national industriel de l'Azote. — M. Grimpet, ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, directeur de la voirie routière, des forces hydrauliques et des distributions d'énergie électrique, est nommé membre du Conseil d'administration de l'Office national.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des sciences.* — Les Cours, Conférences et Travaux pratiques se sont ouverts à la Sorbonne le 3 novembre, pour le 1er semestre 1927-1928 :

Géométrie supérieure. — M. Cartan, Professeur : Géométrie différentielle projective. *Jeudi à 10 h. 30 et samedi à 10 h. 15.*

Calcul différentiel et calcul intégral. — M. Goursat, Professeur : Opérations du calcul différentiel et du calcul intégral et des éléments de la théorie des fonctions analytiques. *Lundi et jeudi à 9 h.*

M. Denjoy, Professeur : Conférences de calcul différentiel et de calcul intégral : *Vendredi à 15 h. 30.*

Application de l'analyse a la géométrie. — M. Julia, Professeur : Applications géométriques du calcul différentiel (en vue du Certificat). *Mardi à 14 h.*

Mécanique rationnelle. — M. Paul Montel, Professeur : La dynamique et la statique. *Mardi et samedi à 9 h.*

M. Julia, Professeur : La Cinématique. *Lundi à 14 h.*

M. E. Cahen, Chargé de Conférences : Conférences de Mécanique rationnelle. *Vendredi à 9 h.*

Théorie des groupes et calcul des variations. — M. Vessiot, Professeur : Faisceaux de transformations infinitésimales et de l'intégration des équations aux dérivées partielles. *Mercredi à 17 h.*

Mathématiques générales (Préparatoires aux sciences physiques). — M. Jean Chazy, Chargé de Cours, exposera la première partie du Cours de Mathématiques générales. *Mardi et jeudi à 17 h. 30.*

M. Le Roy, Chargé de Conférences : Conférences de Mécanique. *Mercredi à 17 h. 30.*

MM. E. Cahen et Michel, Chargé de Conférences, dirigeront les travaux pratiques. *Lundi à 17 h. 30.*

Calcul des probabilités et Physique mathématique. — M. E. Borel, Professeur : Théorie des probabilités et de ses applications. *Mercredi et Vendredi à 11 h.*

Mécanique physique et expérimentale. — M. G. Kœnigs, Professeur : Principes généraux de la Mécanique appliquée et des Moteurs, soit hydrauliques, soit thermiques. *Mardi et Jeudi à 16 h.* — Travaux pratiques. *Lundi et jeudi de 8 h. 30 à 12 h.*

M. Villey, Chargé de Conférences : Propriétés et modes d'utilisation des matériaux solides, le *lundi à 17 h. 15.* Interrogations et exercices sur le programme de mécanique physique et expérimentale, le *mercredi à 17 h. 15.*

Astronomie. — M. Andoyer, Professeur, développera l'ensemble des matières comprises dans le programme du Certificat d'études supérieures d'Astronomie approfondie. *Lundi et mercredi à 10 h. 30.*

M. A. Lambert, Chargé de Conférences, fera des Conférences d'Astronomie pratique. *Lundi et mercredi à 9 h.*

Aviation. — M. Marchis, Professeur : Aérodynamique pour la préparation au Certificat de Technique aéronautique. *Mardi et jeudi à 7 h. 30.*

M. Toussaint, Chargé de Conférences : Méthodes de mesures en aérodynamique. *Samedi à 17 h. 30.*

Mécanique des Fluides et Applications. — M. Toussaint, Chargé de Conférences et de Travaux pratiques : Théorie et tracé des profils d'ailes sustentatrices. *Mercredi à 17 h. 30.* — Des conférences annoncées par affiches spéciales, seront faites par divers savants spécialisés sur l'Aérodynamique et l'Hydrodynamique théoriques et appliquées.

Physique. — M. Fabry, Professeur : Thermodynamique et lois du rayonnement. *Mardi et samedi à 10 h. 45.*

M. E. Darmois, Professeur : Conductibilité des électrolytes et des gaz. *Mercredi à 14 h.* — Interrogations et exercices sur le sujet du cours. *Vendredi à 14 h.*

M. Guillet, Professeur : Electricité. *Lundi et jeudi à 14 h. 30.* Il fera, en outre, des exercices et des interrogations en correspondance avec les cours préparatoires au Certificat.

M. Decombe, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Physique. *Tous les jours de 8 h. 30 à 11 h. 30.*

Physique théorique et Physique céleste. — M. Eugène Bloch, Professeur : Théorie du magnétisme et des phénomènes magnéto-optiques. *Lundi et mercredi à 10 h. 45.*

Electrotechnique générale. — M. P. Janet, Professeur : Revision des lois générales de l'Electricité, les machines à courant continu et les propriétés générales des courants alternatifs. *Mardi, jeudi et samedi à 9 h. 45.*

Optique appliquée. — M. Fabry, Professeur : Introduction à l'étude de l'Optique appliquée (12 leçons). *Jeudi à 10 h. 45.*

M. Dunoyer, Professeur : Conférences sur les instruments d'optique. *Lundi et jeudi à 9 h. 15.*

M. H. Chrétien, Chef des Travaux : Conférences et exercices sur le calcul des combinaisons optiques. *Mardi et vendredi à 8 h. 45.* — Travaux pratiques, *lundi et mardi à 2 h. 30.*

Physique du Globe. — M. Maurain, Professeur : Propriétés physiques générales du Globe. Magnétisme terrestre. Electricité atmosphérique. *Lundi à 9 h. et vendredi à 16 h.*

M. Dongier, Professeur : Séismologie. *Lundi à 10 h. 30.* — Climatologie : *samedi à 10 h. 30.*

M. Labrouste, Physicien adjoint : Travaux pratiques. *Jeudi de 9 h. à 12 h.*

Physique générale et Radioactivité. — Mme Curie, Professeur : Ions, Electrons, Radioactivité. *Lundi et mercredi à 17 h.*

M. Debierne, Professeur : Conférences sur l'Energétique et ses applications aux phénomènes physico-chimiques. *Jeudi à 14 h.*

Chimie physique. — M. Jean Perrin, Professeur : Structure de la matière. Mécanique chimique. Radiochimie. Structure interne des atomes. *Vendredi à 17 h. 30 et samedi à 15 h. 30.*

M. Mouton, Professeur : Conférences de Chimie physique ayant des applications en biologie. *Mardi à 17 h. 30.*

Chimie. — M. M. Guichard, Professeur : Mémoires originaux de Chimie générale. *Mercredi et vendredi à 10 h. 30.*

M. Urbain, Professeur : Notions fondamentales. Thermodynamique chimique. Théories atomjques. *Mardi à 14 h.*

M. Auger, Professeur : Conférences de Chimie analytique. *Mardi et jeudi à 9 h.*

Mme Ramard-Lucas, Maître de Conférences : Généralités. Série acyclique. *Lundi et jeudi à 10 h. 30.*

M. Gain, Maître de Conférences adjoint : Manipulations de Chimie générale. *Jeudi de 16 h. 30 à 18 h. 30 et vendredi de 13 h. 30 à 17 h.*

Chimie biologique. — M. Javillier, Professeur : Conférences sur la composition chimique des organismes (Préparation au Certificat d'Etudes supérieures de Chimie biologique). *Lundi et samedi à 17 h. 30.*

Chimie appliquée. — M. C. Chabrié, Professeur : Notions générales sur les appareils employés dans les industries chimiques. Etude des combustibles et du chauffage industriel. Sels ammoniacaux. Synthèse du gaz ammoniac. Principes de la grande Industrie chimique minérale. *Mardi et samedi à 11 h.*

M. Boulanger, Chef des Travaux, dirigera les Manipulations. *Lundi et jeudi à 13 h. 30; mardi et mercredi à 14 h.*

Etude des Combustibles. — M. A. Mailhe, Professeur : Combustibles liquides et solides. *Lundi et mardi à 17 h.*

Minéralogie. — M. Mauguin, Professeur : Cristallographie et espèces minérales. *Mercredi et samedi à 8 h. 45.* Travaux pratiques, *mêmes jours de 9 h. 45 à 12 h.*

Zoologie. — M. Ch. Perez, Professeur : Les Arthropodes. *Lundi et mardi à 9 h. 45.*

M. Hérouard, Professeur : Morphologie des Vers et Vermidiens, des Mollusques et des Protozoaires. *Mardi et jeudi à 15 h. 30.*

Mlle Dehorne, Chef des Travaux, dirigera les Manipulations. *Jeudi à 9 h.*

Anatomie et Histologie comparées. — M. Wintrebert, Professeur : Du 3 novembre au 25 décembre, Conférences et Manipulations de Technique histologique, à l'usage des

élèves déjà certifiés de Zoologie, de Physiologie ou de Biologie générale, qui veulent entreprendre des recherches originales. *Lundi, mercredi et vendredi de 9 h. à 12 h.* — Exercices quotidiens, de 9 *h. à 12 h. et de 14 h. à 18 h.*

Evolution des êtres organisés. — M. Caullery, Professeur : La sexualité : *mercredi à 14 h.* — Phénomènes initiaux du développement (genèse des gamètes, fécondation, parthogénèse, etc.) : *samedi à 10 h. 15.*

M. F. Picard, Professeur : L'adaptation, l'action du milieu, le parasitisme. *Lundi et mardi à 17 h.* — Travaux pratiques du Certificat de Biologie générale, le *lundi de 13 h. 30 à 17 h.*

Biologie expérimentale. — M. Rabaud, Professeur : Les Travaux pratiques préparatoires au certificat de Biologie générale auront lieu le *samedi de 14 h. à 17 h.*

Physiologie générale. — M. Lapicque, Professeur : L'Irritabilité. *Mercredi et vendredi à 17 h.*

Physiologie comparée. — M. Portier, Professeur : Conférences préparatoires au certificat de Physiologie générale. *Mardi à 17 h. et samedi à 15 h. 30.*

Botanique. — M. Dangeard, Professeur : Végétaux cryptogames. *Mardi à 14 h. et vendredi à 15 h. 30.*

M. Blaringhem, Professeur : Caractères des Dicotylédones (Morphologie, anatomie, biologie florale). *Mercredi à 15 h. 30 et jeudi à 15 h.*

M. Combes, Maître de Conférences : Tissus végétaux, leurs constituants chimiques et leurs applications chez les espèces coloniales. *Lundi à 17 h. et vendredi à 10 h. 30.*

M. H. Coupin, Maître de Conférences adjoint : Manipulations. *Lundi de 13 h. 30 à 16 h. 30 et mardi de 8 h. 30 à 11 h. 30.*

Physiologie végétale. — M. Durand, Chef des Travaux : Travaux pratiques de Physiologie végétale. *Mercredi à 8 h. 30 et jeudi à 13 h. 30.*

Géologie. — M. N... Professeur. — M. Joleaud, Professeur : Conférences de Paléontologie (Invertébrés). *Mercredi et jeudi à 11 h.*

M. A. Michel-Lévy, Professeur : Conférences de Pétrographie. *Lundi et mardi à 11 h.*

M. A. Lanquine, Chef des Travaux, dirigera les Travaux pratiques, les *mardi, mercredi et jeudi de 9 h. à 11 h.*

Géologie appliquée et géologie coloniale. — M. Léon Bertrand, Professeur : Combustibles minéraux et diverses questions de Géologie appliquée. *Vendredi à 17 h.* — Les grandes unités géologiques du Globe. *Mercredi à 17 h.*

M. P. Viennot, Assistant, dirigera des Travaux pratiques préparatoires au Certificat de Géologie appliquée. *Mardi de 14 h. à 17 h.*

Géographie physique. — M. Lutaud, Professeur : Questions générales de Morphogénie. Etudes régionales. *Lundi et jeudi 14 h. 30.* — Conférences relatives aux influences lithologiques dans le modelé. *Jeudi à 16 h.*

M. Dongier, Professeur : Conférences de climatologie. *Samedi à 10 h. 30.*

M. Bourcart, Chef des Travaux, dirigera, le *lundi à 16 heures*, les travaux pratiques en vue du certificat. Il fera le *mercredi à 15 heures*, des Conférences de Topographie (Astronomie de position et méthodes de la Géodésie élémentaire). Des exercices complémentaires auront lieu le *samedi à 16 heures.*

Enseignement préparatoire
au Certificat d'études physiques, chimiques et naturelles.

Physique. — 1re Section. — M. H. Bénard, Professeur : Mécanique, Chaleur, Electricité, Magnétisme. *Lundi, mercredi et vendredi à 9 h.*

2e Section. — M. A. Dufour, Professeur : Mécanique, Chaleur, Electricité. *Mardi, jeudi et samedi à 9 h.*

M. Chéneveau, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Physique. *Lundi, mardi, vendredi de 13 h. 30 à 16 h. 30 et samedi de 15 h. à 18 h.*

Chimie. — 1re Section. — M. Freundeler, Chargé de cours : Métalloïdes, Métaux. *Mardi, jeudi, samedi à 9 h.*

2e Section. — M. Péchard, Professeur : Même programme. *Lundi, mercredi et vendredi à 9 h.*

Les Manipulations seront dirigées, le *lundi et le mercredi de 13 h. 30 à 16 h. 30* par M. Etaix, Maître de Conférences adjoint (1re section) et le *mardi et le jeudi de 13 h. 30 à 16 h. 30* par M. Gain, Maître de Conférences adjoint.

— *Ecole normale supérieure.* — M. Vessiot, Professeur à la Faculté des Sciences, Sous-Directeur de l'Ecole normale est nommé pour cinq ans Directeur de ladite Ecole, en remplacement de M. Lanson, admis à la retraite.

Le Sous-Directeur de l'Ecole prend le titre de Directeur-adjoint.

M. Bouglé, Professeur à la Faculté des Lettres est nommé pour cinq ans, Directeur-adjoint.

Zoologie. — M. Remy Perrier, Professeur : Points principaux de la Zoologie générale et Histoire des groupes zoologiques les plus importants.

1re Section. — *Mercredi et vendredi à 10 h. 15.*

2e Section. — *Mardi et jeudi à 10 h. 15.*

M. Bohn, Maître de Conférences adjoint dirigera les Manipulations les *lundi, mardi, mercredi et jeudi, de 13 h. 30 à 16 h. 30.*

Botanique. — M. Guillermond, Professeur : Anatomie et Physiologie végétales.

1re Section. — *Lundi à 10 h. 15.*

2e Section. — *Samedi à 10 h. 15.*

M. Dauphiné, Chef des Travaux dirigera les Manipulations, les *mercredi, jeudi, vendredi et samedi de 13 h. 30 à 16 h. 30.*

Géologie. — M. A. Dereims, Professeur, fera, à partir du mois de décembre des leçons de Géologie préparatoires au Certificat d'Etudes supérieures S.P.C.N. *Mardi et jeudi à 16 h. 15.*

Les leçons seront complétées par des travaux pratiques et des excursions.

— *Cité Universitaire.* — Une nouvelle et généreuse donation due à l'initiative d'un Comité qui s'est constitué à Paris sous la Présidence de M. Fontaine, industriel, vient d'être faite à l'Université de Paris, en vue de la fondation dans la Cité Universitaire d'une « Maison de l'Indochine ». L'immeuble qui comprendra cent chambres environ procurera aux étudiants anamites, cambodgiens, et laotiens, poursuivant des études d'enseignement supérieur tous les avantages qu'ils peuvent retirer de la Cité Universitaire.

Le 12 octobre, le Prince Ri, beau-frère du Mikado, a posé la première pierre de la « Maison du Japon » qui va être édifiée à côté de la « Maison de la Belgique ».

— *Fondation Edgard Stern.* — Sous le nom de « Fondation Edgard Stern » donation a été faite à l'Université de Paris d'une rente annuelle de 10.000 fr. dont les arrérages doivent servir à attribuer chaque année cinq bourses de 2.000 fr. destinées à venir en aide à des étudiants inscrits dans l'une des cinq Facultés de l'Université de Paris.

Conditions à remplir :

1° Etre Français ou s'engager à ne pas répudier la qualité de Français à l'âge requis si le candidat est mineur né en France de parents étrangers.

2° Avoir au moins le grade de licencié pour les 3 Facultés : Droit, Sciences et Lettres, et dans les 2 autres Facul-

tés, suivant l'appréciation de l'Université, il devra avoir le nombre d'inscriptions suffisantes pour réaliser l'équivalence de la licence dans les autres Facultés.

3° Sans distinction de culte. L'Université est seule juge du choix des candidats et des Facultés, et n'accordera des bourses que pour une année seulement, renouvelables cependant pendant trois ans au profit du même étudiant et sur sa demande.

Les bourses seront attribuées par le Conseil de l'Université.

Les étudiants qui désireraient poser leur candidature sont invités à adresser leur demande à M. le Doyen de leur Faculté, avant le 15 novembre 1927.

Muséum national d'Histoire naturelle. — Le vivarium nouvellement installé au Muséum, à l'aide de fonds provenant de la Journée Pasteur, a été inauguré le 29 octobre par le Ministre de l'Instruction publique qu'accompagnaient M. Mangin, Directeur du Muséum, M. Jeannel, Directeur du vivarium et les Professeurs du Muséum.

Le vivarium comprend des aquariums et des terrariums où se trouvent de nombreuses espèces d'insectes et de reptiles qui vivent de leur vie habituelle, comme à l'état de liberté.

Institut océanographique. — Les Conférences publiques du samedi, pour l'année scolaire 1927-1928, ont commencé le 3 novembre et continueront dans l'ordre suivant :

5 novembre 1927. — M. A. Lacroix, Secrétaire perpétuel l'Académie des Sciences : *Les Volcans des Iles du Japon.*

12 novembre. — M. Louis Gain : *Le monde vivant dans l'Antarctique.*

19 novembre. — M. G. Bertrand, Membre de l'Institut : *Les Constructeurs d'Iles et de Continents.*

26 novembre. — M. A. Berget, Professeur à l'Institut Océanographique : *L'Atlantique et les courants aériens.*

3 *décembre.* — M. Ranc : *La Chimie industrielle et la mer.*

10 décembre. — M. C. Vallaux, Professeur au Lycée Janson : *La Vie dans les petites Iles australes.*

17 décembre. — M. P. Portier, Professeur à la Sorbonne : *Physiologie des Cétacés.*

7 janvier 1928. — M. G. Saint-Yves : *La mer et le Cinéma.*

14 janvier. — M. L. Rudeaux, astronome : *Les Terres et les Mers du Ciel.*

21 janvier. — M. L. Joubin, membre de l'Institut : *Le Hareng.*

28 janvier. — M. J. Noirot : *Le Poisson de mer dans l'alimentation.*

4 février. — M. Georges Toudouze, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers : *La mer au théâtre.*

Le public est admis aux Conférences sur présentation d'une carte individuelle demandée par écrit au secrétariat de l'Institut océanographique, 195, rue Saint-Jacques, Paris (Ve). Les portes sont ouvertes dès l'arrivée des premiers auditeurs et fermées dès que l'amphithéâtre est complet.

— Cours publics. — Les Cours publics ont été ouverts le 3 novembre 1927 et continueront dans l'ordre suivant :

M. Berget, Professeur. — L'Océan marin et l'Océan aérien. *Mercredi et samedi à 17 h.*

M. L. Joubin, Membre de l'Institut, Professeur. — Les applications de l'Océanographie aux Industries de la Pêche (4e partie). *Mardi et Vendredi à 17 h.*

M. P. Portier, Professeur. — Les fonctions de nutrition (Digestion, Respiration des Animaux marins).

Les cours ont lieu dans le Petit Amphithéâtre de l'Institut Océanographique, 195, rue Saint-Jacques, Paris (Ve).

Ecole Polytechnique. — Un emploi de répétiteur adjoint de physique, et, éventuellement, un emploi de répétiteur auxiliaire du même cours, sont vacants.

Les candidats à ces emplois devront adresser leurs demandes au général commandant l'Ecole Polytechnique, 21, rue Descartes, en y joignant un exposé de leurs titres et services (un imprimé spécial préparé pour cet exposé leur sera remis à la Direction des études de l'Ecole).

Les demandes devront parvenir à l'école avant le 25 novembre 1927. Elles seront examinées par les conseils de l'Ecole en vue des présentations à faire au Ministre.

Ecole Navale. — Il y a lieu de nommer, pour entrer en fonctions au concours de 1928, un examinateur d'admission pour la physique.

Les candidats à cet emploi devront adresser au Ministre de la Marine, le plus tôt possible et au plus tard pour le 1er décembre 1927, une demande mentionnant leurs titres (brevets, diplômes, récompenses, etc.).

Les examinateurs sont nommés par le Ministre de la Marine après avis du conseil de perfectionnement des écoles de la marine. Ils ne peuvent être professeurs ni à l'Ecole navale, ni dans les établissements qui préparent à cette Ecole, ni participer à aucun des exercices qui ont pour but de préparer au concours d'admission.

Les examinateurs sont nommés simultanément pour une période de quatre ans, renouvelable deux fois consécutives après avis conforme du conseil de perfectionnement ; la période qui ouvre avec le concours de 1928 se terminera avec celui de 1931. La limite d'âge est fixée à soixante ans.

Un tirage au sort détermine, chaque année, la répartition des examinateurs de physique entre les compositions écrites et les examens oraux.

Les examinateurs d'admission à l'Ecole navale procèdent en même temps aux examens d'admission à l'Ecole des élèves officiers de marine et à l'Ecole des élèves ingénieurs mécaniciens.

Université de Lille. — Le 16 novembre : M. Jaspar, Président du Conseil des Ministres de Belgique apportera à Lille, pour les remettre à M. Herriot, Ministre de l'Instruction publique, les 750 milligrammes de Radium offerts à l'Université de Lille par le Comité de ravitaillement qui fonctionnait à Bruxelles pendant la guerre, sous la présidence d'un Lillois, M. Maurice Le Blanc.

Université de Grenoble. — Un concours s'ouvrira le 12 juin 1928 devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Lyon, pour l'emploi de Professeur, suppléant de chaires de clinique chirurgicale et de clinique obstétricale de l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Grenoble.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Université de Besançon. — Un concours pour l'emploi de Chef des Travaux anatomiques à l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Besançon s'ouvrira au siège de ladite Ecole le 26 janvier 1928.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Spectroscopy (*Text books of physical chemistry*), par E. Baly. In-8° de 398 pages avec 95 figures. Longnians, Green and C° Ltd, Londres, 1927. — Prix : 18 sh.

L'abondance des recherches relatives aux problèmes qui touchent à la production et à l'analyse de la lumière a amené M. Baly à élargir considérablement le cadre du remarquable traité qu'il avait publié en 1913 et dont l'édition était épuisée. Sous sa nouvelle forme, l'ouvrage de M. Baly comprendra quatre volumes. Nous avons déjà signalé à nos lecteurs le tome premier.

On trouvera dans le tome II, qui paraît aujourd'hui : les méthodes interférentielles d'analyse spectrale; les techniques utilisées pour rendre lumineuses les substances dont on veut déterminer le spectre; la classification et la structure des spectres; la phosphorescence et la fluorescence; la photographie des spectres.

Sous sa nouvelle forme, l'ouvrage constitue une excellente étude critique très complète et très documentée qu'apprécieront les physiciens et les chimistes. A. Bc.

L'évolution de la matière, par le Dr Gustave Le Bon. Un vol. in-12 de 412 pages avec 63 figures, 43e mille. Flammarion, éditeur, 26 rue Racine, Paris, Prix : 14 francs.

Le Dr Gustave Le Bon vient de publier le quarante-troisième mille de son ouvrage, « L'évolution de la matière ». C'est là un succès bien rare dans les livres scientifiques et que beaucoup d'auteurs envieraient pour leurs œuvres littéraires les plus honorables. Il tient sans doute aux rares dons d'écrivain du Dr Gustave Le Bon. Sa phrase, sobre, élégante et précise, rend accessibles les notions les plus profondes. Mais le Dr Gustave Le Bon n'est pas, comme certains savants officiels l'ont parfois prétendu, un simple vulgarisateur. Si ses écrits ont l'intérêt que chacun s'accorde à leur reconnaître, c'est qu'ils sont profondément pensés, c'est qu'ils exposent des idées que l'auteur a longtemps mûries et dont quelques-unes ont été le point de départ de la grande rénovation scientifique qui a marqué l'évolution de la physique actuelle.

Dans la préface de l'édition qui vient de sortir des presses, l'auteur revendique avec raison l'honneur d'avoir été le premier à indiquer que les atomes devaient renfermer une provision énorme d'énergie, qu'il a proposé d'appeler énergie intra-atomique, et qui, si on savait la libérer et l'utiliser, modifierait sans doute profondément les conditions matérielles et l'évolution sociale de l'humanité. Une des conséquences les plus curieuses des théories d'Einstein est l'équivalence qu'elles conduisent à admettre entre la matière et l'énergie, toute matière représentant une certaine énergie, toute énergie possédant une masse et un poids. Or, le Dr Gustave Le Bon a également pressenti cette pesanteur de l'énergie. Il l'annonçait dès 1900 : « La force et la matière sont deux formes diverses d'une même chose. La matière représente une forme relativement stable de l'énergie intra-atomique. La chaleur, la lumière, l'électricité, etc., représentent des formes instables de la même énergie. La lumière, l'électricité et la plupart des forces connues résultant de la dématérialisation de la matière, il s'ensuit qu'un corps qui rayonne perd, par le fait seul de ce rayonnement, une partie de sa masse. »

Si certaines des conceptions émises par le Dr Gustave Le Bon ont été dépassées par les découvertes les plus récentes, son livre n'en conserve pas moins un puissant intérêt. Les problèmes qu'il y aborde sont de ceux qui ont préoccupé les philosophes et les savants depuis les temps où les alchimistes d'Egypte rêvaient la transmutation de la matière et qui, à l'heure actuelle, comptent parmi les plus captivants qui se posent à l'attention de quiconque songe parfois à la raison des choses.

A. Boutaric.

Les Plantes alimentaires chez tous les peuples et à travers les âges, par D. Bois, Professeur au Muséum National d'Histoire naturelle. (*Encyclopédie biologique*). In-8° de 593 pages avec 255 figures. Paul Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 75 francs.

M. Bois publiait, en 1899, en collaboration avec M. Pailleux, la 3e édition du *Potager d'un curieux*, édition épuisée depuis longtemps. Une 4e édition s'imposait, mais au cours de ces vingt-huit dernières années, l'auteur n'a pas interrompu ses recherches expérimentales sur la culture des plantes alimentaires, accumulant, en outre, une quantité de renseignements verbaux et de documents écrits; d'autre part, nos connaissances en botanique et nos méthodes de culture ont fait depuis trente ans de notables progrès. Une 4e édition nécessitait donc une refonte complète des éditions précédentes, aussi, est-ce en réalité un ouvrage nouveau que nous donne M. Bois, ouvrage qui forme le premier volume de l'*Encyclopédie biologique* dont M. Paul Lechevalier entreprend la publication.

« Ce livre, dit M. Bois, est l'exposé du Cours que j'ai professé au Muséum pendant les années 1921 à 1923; il établit autant qu'il est possible de le faire, les mérites de certaines plantes, parfois trop vantées ou trop décriées, et renseigne d'une manière générale, sur l'ensemble des végétaux phanérogames de toutes les parties du Globe, qui entrent ou pourraient entrer à des degrés divers dans l'alimentation de l'homme ».

L'auteur esquisse, à grands traits, les connaissances, bien limitées alors, que possédaient les hommes pré ou protohistoriques sur les végétaux utiles pour leur alimentation, puis il aborde son sujet non sans signaler préalablement les diverses classifications dans lesquelles on peut grouper les plantes alimentaires. Il s'est arrêté à la plus logique et la plus scientifique, c'est-à-dire à celle qui permet de les étudier dans l'ordre des familles auxquelles elles appartiennent.

L'ouvrage est abondamment illustré avec d'excellentes figures, la plupart inédites.

Un deuxième volume sera consacré aux végétaux fruitiers, celui-ci ne traitant que des plantes légumières.

L. Franchet.

Biologie der Hymenopteren, Eine naturgeschichte der Hautfluger, par le Dr Bischoff. In-8° de 598 pages avec 224 illustrations. Springer, Editeur, Berlin.

Les Hyménoptères sont, parmi les Insectes, de ceux qui attirent le plus l'attention du biologiste. Leur variété à ce point de vue est extrême, puisqu'on y trouve des parasites à divers degrés, des phytophages, des prédateurs, et qu'ils comprennent trois des quatre groupes d'Insectes sociaux. Aussi y a-t-il eu, depuis Réaumur, d'innombrables travaux sur la biologie des Hyménoptères. M. Bischoff, spécialiste compétent bien connu par ses travaux sur les Mutilles et les Chrysides en particulier, a eu l'heureuse pensée de réunir les résultats de tous ces travaux en un gros volume qui est en réalité un traité sur ce sujet. La biologie y est envisagée dans un sens très large, puisque des chapitres sont consacrés à ce qu'on connaît des fonctions de relation, de la digestion, du système nerveux, un autre au développement, etc.... Il faut féliciter M. Bischoff de cet ouvrage, qui a dû lui demander un travail considérable, et qui sera de la plus grande utilité à tous ceux qui voudront étudier les Hyménoptères autrement qu'au point de vue systématique. J'ajouterai que la présentation est parfaite, l'illustration abondante.

L. Berland.

Le Gérant : M. Hédan.

Imp. P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 22 — 65e ANNÉE — 26 NOVEMBRE 1927

NOTRE UNIVERS ET SON ÉVOLUTION

Notre connaissance de l'Univers s'est considérablement précisée et agrandie au cours de ces vingt-cinq dernières années, grâce surtout aux appareils géants des grands observatoires américains. La physique nous a donné des lois nouvelles précises qui permettent d'aborder le problème de la constitution physique des astres, même ceux de leur évolution et de leur formation. Il sera intéressant de passer en revue et de mettre au point ce que nous savons de nouveau sur ces questions captivantes, qui intéressent de plus en plus tous les penseurs.

1° *Les idées nouvelles sur l'Univers et ses lois.* — Les deux grands télescopes du Mont Wilson atteignent 1 m. 50 et 2 m. 50 de diamètre, alors que la grande lunette de Meudon n'a que 83 centimètres. Ils ont permis de mesurer le diamètre des étoiles. Ils nous ont appris qu'il y avait des étoiles géantes, comme Bételgeuse du bouclier d'Orion, dont le rayon était 300 fois plus considérable que celui de notre Soleil. Ils ont pû pénétrer dans la profondeur des cieux dix fois plus loin que les anciens instruments, nous en révéler la pauvreté ou la richesse suivant les régions, concentrer suffisamment la lumière de ces étoiles éloignées, pour que nous puissions l'analyser et en déduire la constitution physique de ces étoiles. Ils ont pû, tout récemment, percer le mystère des nébuleuses spirales et nous montrer que ce sont des amas d'étoiles extrêmement faibles. Résultat remarquable, on n'a découvert aucun objet céleste qui ne se rattache pas aux astres que nous connaissions déjà dans notre voisinage.

Toutes les étoiles connues, visibles à l'œil nu ou dans les télescopes, forment un ensemble aplati, dont on a pu évaluer approximativement la densité et les dimensions, et qui constitue la Voie Lactée. La partie la plus épaisse se projette comme un anneau blanchâtre, irrégulier, sur la sphère céleste. D'après les dernières recherches, il aurait la forme d'un ellipsoïde de révolution, dont le grand axe atteindrait 100.000 années de lumière, six fois plus allongé que le petit axe. La densité décroîtrait très rapidement du centre vers les bords. Le Soleil se trouverait au voisinage du centre. L'ensemble serait formé d'un grand nombre d'amas irréguliers et peu condensés. Le total de ces étoiles atteindrait plusieurs milliards. Sur les bords de la Voie Lactée, on trouve des amas d'étoiles plus condensés et réguliers. Plus en dehors de la Voie Lactée, on trouve des nébuleuses elliptiques et des nébuleuses spirales, que l'on a pû résoudre également en amas.

On a pû ranger l'immense majorité des étoiles en six classes parfaitement continues : les étoiles B, A, F, blanches et bleues, les plus chaudes, 15 à 8.000 degrés; les étoiles jaunes, comme le Soleil, G et K, de 6.000 et 4.000 degrés ; enfin les étoiles rouges ou M, de 3.000 degrés. C'est parmi ces trois derniers groupes que se trouvent les étoiles géantes. Aux géantes s'apparentent les étoiles variables appelées Céphéides. Les étoiles nouvelles, ou rajeunies, évoluent rapidement. Elles émettent des enveloppes nébulaires qui les apparentent aux nébuleuses planétaires, des raies brillantes qui les rattachent aux étoiles O de Wolf-Rayet, puis

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

aux étoiles blanches. Finalement, tous les objets célestes connus sont des étoiles, qui appartiennent aux six classes fondamentales ou s'y rattachent étroitement. En dehors de ces étoiles, il n'y a que des amas d'étoiles, ou des amas d'amas, comme notre Voie Lactée, qui sont plus ou moins condensés et qui continuent à se condenser lentement.

Les *vitesses des étoiles* ont également pû être mesurées. Le Soleil a une vitesse voisine de 20 km. par seconde, vers le centre de la Voie Lactée. Les autres étoiles ont des vitesses analogues. Les amas globulaires condensés atteignent 100 km. et se dirigent en général vers la Voie Lactée. Les nébuleuses spirales auraient des vitesses plus grandes encore, de 300 à 700 km. La Voie Lactée elle-même participerait à un mouvement analogue. Dans la Voie Lactée, les étoiles des amas ouverts, non condensés, ont la même vitesse, forment des courants d'étoiles, ce qui indique que ces étoiles ne se sont pas encore mélangées, n'ont pas atteint l'état permanent ou final, de la théorie cinétique, et sont plutôt voisines de leur état initial, de la place où elles se sont formées.

Nos connaissances théoriques se sont enrichies également d'une façon merveilleuse, grâce aux lois physiques sur les gaz réels, le rayonnement, la pression de radiation, qui ont permis de soumettre au calcul la constitution physique des astres, leur évolution et même leur formation.

Henri Poincaré, dans ses *Leçons sur les hypothèses cosmogoniques*, à la Sorbonne, avait fait passer même la question d'origine dans le domaine scientifique et déblayé le terrain des hypothèses inutiles. Je me suis efforcé de suivre une voie si bien tracée en étudiant les questions fondamentales qui se posent ainsi en astronomie. J'ai exposé tous ces travaux et ces solutions dans un ouvrage sur la *Constitution et l'évolution de l'Univers* (chez Doin). Je voudrais donner ici un résumé d'ensemble de ces questions, qui puisse intéresser tous ceux qui veulent être au courant des dernières découvertes dans tous les domaines de la pensée.

2° *Constitution physique et équilibre thermodynamique du Soleil et des étoiles.* — Tous les astres de la Voie Lactée sont des étoiles que l'on a pu ranger en classes, formant plusieurs branches mais liées entre elles de manière que l'on peut passer des unes aux autres d'une façon continue, absolument comme pour les classes animales des périodes géologiques. Le premier problème qui se pose est celui de leur constitution physique, qui pourra nous donner des indications sur leur évolution possible ou probable.

Le Soleil et les étoiles sont des *astres gazeux*. La température s'élève en effet au dessus de la température critique des corps connus et l'état liquide y est impossible, quelle que soit la pression, sauf à la surface où le refroidissement dû au rayonnement est considérable. L'étude de la constitution thermodynamique consiste à déterminer la densité, la pression et la température en chaque point, connaissant leurs valeurs à la surface. Pour déterminer ces trois quantités, nous ne connaissons que deux relations, la formule de l'équilibre hydrostatique et celle des gaz. Il faut donc, pour résoudre le problème, se donner arbitrairement une troisième relation, et faire des hypothèses. C'est nécessaire.

Les hypothèses faites se ramènent à deux principales. On peut admettre que le rayonnement extérieur est entretenu par des courants de convection et que le déplacement est assez rapide, pour que les variations de température soient uniquement dues à la détente. On a l'*équilibre adiabatique*, (Lane, Lord Kelvin, Emden). Ou bien le rayonnement extérieur est entretenu par le rayonnement intérieur de proche en proche, *équilibre radiatif* (Eddington et Jeans).

D'ailleurs, tous ces auteurs ont utilisé pour les calculs la loi des *gaz parfaits* de Mariotte-Gay-Lussac, plus simple que celle des gaz réels. Or cette loi est complètement fausse pour des pressions de quelques milliers d'atmosphères, que l'on rencontre très rapidement, à quelques centaines de kilomètres au plus au-dessous de la surface du Soleil. Cette loi exige de plus que la température intérieure de l'astre s'élève rapidement à partir de la surface, à des millions de degrés et même à des centaines de millions de degrés au centre. Ces températures fantastiques n'ont plus guère de signification physique. On voit difficilement les causes qui pourraient les fournir.

Ces auteurs sont alors amenés à admettre qu'à ces températures tous les atomes sont ionisés à fond, c'est-à-dire perdent tous leurs électrons extérieurs, en nombre égal au nombre atomique, de sorte que l'on aurait un mélange de noyaux positifs et d'électrons, dont le poids moléculaire moyen serait voisin de 2. Le rayonnement produit serait du même ordre de fréquence que celui des rayons X et le coefficient d'opacité serait celui de ces rayons. Enfin, la pression de radiation arriverait à contrebalancer la pesanteur et interviendrait dans les formules, jusqu'à jouer un rôle prépondérant. Tout cela reste très hypothétique, et comme base, et comme condition d'application de nos formules.

J'ai pensé qu'il était plus scientifique de ne pas se contenter d'une hypothèse particulière sur la nature de l'équilibre, mais de les étudier toutes. Pour être sûr de n'en oublier aucune, il fallait trouver d'abord des *hypothèses limites*, entre lesquelles la réalité serait certainement comprises. Ces hypothèses limites sont celles de l'*équilibre isothermique*, où l'on suppose la température uniforme et celle de l'*équilibre ho-*

mogène, où l'on suppose la densité uniforme On voit tout de suite que l'accroissement de la densité est maximum, de la surface au centre, dans le premier cas. Dans le second cas, c'est l'accroissement de la température qui est maximum. On a bien deux cas limites.

Il fallait de plus appliquer ici directement la *loi des gaz réels*, la seule applicable aux étoiles condensées et normales comme le Soleil. Cette loi est plus compliquée que la loi des gaz parfaits, car elle contient un terme de plus, correspondant à la densité limite que le gaz atteindrait, sans la dépasser, aux très fortes pressions. Mais il se trouve précisément que ce terme réel, exigé par les expériences et les démonstrations mathématiques, simplifie énormément les résultats au lieu de les compliquer.

Dans le cas d'une température uniforme, la densité croît d'abord assez rapidement à partir de la surface, comme pour un gaz ordinaire, puis, au voisinage de la couche où elle atteint le tiers de la densité limite, cette densité croît brusquement, à tel point qu'elle atteint sa limite au bout de quelques kilomètres seulement. Il se forme un seuil, un *ressaut brusque*, qui sépare nettement le noyau, sensiblement homogène, de l'atmosphère qui le surmonte. Cette séparation nette se produit sous une pression de 1.500 atmosphères seulement, à une profondeur de quelques centaines de kilomètres.

Dans le cas d'une densité uniforme, c'est la température qui croît rapidement, mais pour atteindre une limite, laquelle ne dépasse pas le triple de la température, qui correspond à celle du noyau dans le cas précédent.

Dans le cas général, il se produit toujours une brusque inflexion de la densité, et du même ordre de grandeur que dans le cas de la température uniforme. A partir de ce point d'inflexion jusqu'au centre, le produit de la densité et de la température ne peut pas augmenter de plus du triple de sa valeur. Ce produit, et chacun de ses termes, densité et température, atteignent d'ailleurs très vite leurs limites. On a un *noyau sensiblement homogène et isotherme*. A l'intérieur de l'astre, les deux hypothèses limites extrêmes envisagées convergent et se confondent, à partir d'une certaine pression.

Ces résultats sont vérifiés dans le cas de l'équilibre adiabatique, qui converge de même vers les deux autres, sous fortes pressions, à partir de 10.000 atmosphères.

Dans l'hypothèse de l'équilibre radiatif, le calcul montre que la température devrait croître plus vite que dans l'hypothèse limite d'une densité constante. La densité des couches intérieures deviendrait plus petite que celle des couches supérieures. Elles remonteraient à la surface, en rétablissant les courants de convection, qui sont exclus par l'hypothèse. L'équilibre radiatif est impossible.

Ces résultats, établis d'abord dans le cas d'un seul gaz, sont étendus à un *mélange quelconque* d'atomes lourds et légers. Le noyau reste très sensiblement homogène, à 1 o/o près. Au-dessus du noyau, au contraire, les éléments lourds se tassent dans les parties basses de l'atmosphère, les éléments légers prédominent de plus en plus dans les régions élevées. On peut calculer leurs proportions relatives et rendre compte de ce que l'on constate dans l'atmosphère du Soleil. Pour les étoiles plus chaudes, à rayonnement plus intense, les courants de convection porteraient les nuages brillants de la photosphère, au-delà des couches de vapeurs métalliques. Nous aurons bien les seules raies de l'hydrogène et de l'hélium des étoiles blanches.

Pour des températures plus élevées, la pression de radiation interviendrait, pour chasser encore plus loin les fines particules de la photosphère, en faire une véritable enveloppe extérieure rayonnante entourant l'étoile centrale, et constituant une *étoile géante*. Les raies d'étincelle de leur spectre s'expliqueraient par la forte ionisation résultante et la faible pression sur l'enveloppe. J'ai pû donner la constitution probable de Bételgeuse avec sa monographie pouvant englober également l'évolution des autres géantes, suivant le cycle de Lockyer et Russell. Le refroidissement de l'étoile centrale ferait que l'enveloppe s'en rapprocherait jusqu'à devenir une étoile normale. Dans le cas d'une enveloppe assez faible pour être transparente, on aurait une *nébuleuse planétaire*.

3° *Evolution des étoiles. Entretien de la chaleur du Soleil. Age de la Terre.* — Ces conditions très nettes de l'équilibre thermodynamique du Soleil et des étoiles, noyau homogène et isotherme, permettent d'étudier très facilement leur *évolution* possible ou probable dans le passé comme dans l'avenir. On est amené d'abord à déterminer les *causes de l'entretien de la chaleur du Soleil* et des étoiles.

De toutes les causes physiques, chimiques, radioactives, intra-atomiques, etc., mises en avant, il semble, après discussion, que l'énergie due à la contraction (hypothèse d'Helmholtz), est la seule qui remplisse les conditions scientifiques exigées. Cette énergie est certaine, elle est calculable, elle n'a rien d'hypothétique. Les autres causes donnent trop peu d'énergie, ou trop lentement (radioactivité), ou trop tôt (avant la formation des étoiles, etc.) (Voir le chapitre 6 de la *Constitution et évolution de l'Univers*). Cette théorie fournit au Soleil un rayonnement de 15 millions d'années, au taux actuel.

Les calculs sur la formation des sédiments de la croûte terrestre, la vitesse de refroidissement, certains dépôts dûs à la radioactivité, etc., assignent à l'âge de la Terre des nombres compris entre 300.000 ans et 100 milliards d'années. J'ai essayé de faire accorder et converger tous

ces nombres disparates, qui tous ont été calculés en admettant que l'intensité des causes envisagées était la même autrefois qu'actuellement.

Or le Soleil était plus chaud et plus gros. La température terrestre résultante était plus élevée et, d'après la loi de Vant'Hoff, l'intensité des phénomènes physiques et chimiques double en moyenne pour une élévation de température de 10 degrés. On trouve qu'il y a 130.000 ans on devait avoir une pareille élévation de température sur la Terre. La quantité d'eau vaporisée et retombant en pluie était doublée. On avait bien les conditions de la zone tropicale dans nos régions tempérées. La quantité totale de matière enlevée par dissolution ou érosion, et déposée par sédimentation, était alors quatre fois plus grande. Pour une élévation de 30 degrés la sédimentation était en moyenne 64 fois plus rapide. On arrive ainsi à faire converger tous les nombres donnés pour l'âge de la Terre et du Soleil, depuis leur formation définitive, vers *un million d'années ou deux*.

Les 15 millions d'années de chaleur du Soleil, concentrés en un million d'années, auraient produit un travail de sédimentation aussi considérable que les causes actuelles, avec leur intensité actuelle, pendant 500 millions d'années. C'est une question d'intensité de travail, et non de temps. D'ailleurs, un million d'années c'est déjà énorme, quand on veut bien y réfléchir. De plus, des milliards d'années ne nous rapprocheraient pas sensiblement des origines premières. Par compensation, l'évolution future s'impose comme beaucoup plus longue, ouvrant au développement de l'humanité des perspectives sans fin.

La meilleure des déterminations de l'âge de la Terre, depuis sa formation, paraît être celle de Joly, basée sur la quantité de sels dissous, apportés par les fleuves à l'eau de la mer, phénomène à la fois général et régulier. La salure actuelle de l'océan correspondrait à un apport effectué pendant 100 millions d'années, au taux actuel. C'est un temps maximum, que les calculs de seconde approximation indiqués ci-dessus réduisent à quelques millions. Même en négligeant cette réduction nécessaire, toute hypothèse, qui donnerait un milliard d'années pour l'âge de la Terre, doit expliquer pourquoi la mer n'est pas 10 fois plus salée.

Nous avons vu que la théorie de la contraction d'Helmholtz suffit à rendre compte de l'entretien de la chaleur du Soleil, il suffit que cette contraction soit de 47 m. par an pour régénérer toute la chaleur qu'il perd. C'est insensible. La loi du rayonnement de Stefan, proportionnel à la quatrième puissance de la température, permet alors de déterminer complètement la courbe de variation de la température et du rayon d'un astre, même très loin dans le temps, connaissant les données actuelles, tout comme la loi de la gravitation de Newton permet de déterminer la courbe d'une comète, même très loin dans l'espace, si on en a déterminé quelques éléments.

On trouve ainsi que la vitesse de refroidissement d'un astre est proportionnel à la 6e puissance de la température, ou à la 18e puissance du rayon. Il est inutile ainsi de donner au Soleil, dans le passé, un rayon plus grand que 1,2. Le temps écoulé auparavant serait inférieur à 65.000 ans (1). La température aurait été environ le double. Il n'aurait pû rester que ce temps là au maximum comme étoile B. On en déduit ce résultat très important que notre Soleil n'a jamais dû être très différent de ce qu'il est actuellement, ni comme rayon ni comme température, ni par conséquent comme état physique et que les calculs indiqués s'y appliquent intégralement sans extrapolation excessive.

La valeur du *refroidissement actuel*, qui ne depend que des données actuelles, connues, serait au minimum de 0,02 en 100.000 ans, ce qui correspond à un refroidissement moyen de 6 degrés pour la Terre, dans le même temps. Nous connaissons des variations beaucoup plus rapides, puisque la dernière période glaciaire ne remonte guère qu'à 10.000 ans. Les calculs astronomiques permettent d'expliquer suffisamment, par la variation du périhélie, ces périodes glaciaires et la marche consécutive de la civilisation en latitude, pendant ces 10.000 dernières années depuis l'Ethiopie, l'Egypte, la Chaldée, la Grèce, Rome et l'Europe centrale.

Le calcul du temps passé dans les différents types spectraux, caractérisés par telle température, montre que le Soleil, sur 1.200.000 ans de vie rayonnante, en aurait passé 200.000 seulement dans les types antérieures B, A, F, et un million dans la classe G des étoiles jaunes, à laquelle il appartient. On peut dire que pratiquement les étoiles ont conservé le même type spectral depuis leur origine. Le Soleil passerait ensuite 12 millions d'années dans la classe K, son eclat baissant de deux grandeurs, puis 38 millions d'années dans la classe M, en baissant de quatre grandeurs.

Ce temps passé dans une classe serait proportionnel à la masse de l'étoile. Une étoile de masse trente fois plus grande aurait mis un million d'années pour tomber à une température de 12.000 degrés quelle que soit la température initiale. Ce serait actuellement une étoile B, de masse plus grande que celle du Soleil, ce que les données d'observation vérifient.

4° *Formation des étoiles.* — Les données scientifiques actuelles permettent d'aborder le pro-

(1) D'autres calculs montrent d'ailleurs qu'il n'aurait pas pu être en équilibre physique réel avant ce moment-là.

blème même de la *formation des astres*, après celui de leur constitution et de leur évolution. J'ai essayé de bien définir et délimiter le problème qui se pose. Il se laisse alors mettre en équation, et la solution n'est plus qu'une affaire de calcul. Même dans un Univers infini, on démontre que l'attraction reste finie en chaque point. Le problème est parfaitement déterminé.

Nous savons maintenant que les atomes sont formés de corpuscules électriques, protons positifs et électrons négatifs. Nous savons leur nombre et leur arrangement. Un atome matériel, neutre électriquement, est un ensemble électromagnétique, plus compliqué que le système solaire, avec son cortège de planètes. Avant que les atomes ne soient formés il n'y avait donc que des corpuscules électriques libres, obéissant aux lois des attractions et répulsions électriques, et ignorant totalement la loi d'attraction de Newton. La matière n'existait pas, du moins cette matière vulgaire, pesante, que nous connaissons et qui a formé les astres. Il y a donc eu une première période de *formation des atomes*, de formation de la matière, qui a précédé nécessairement la formation des astres. Elle a dû être précédée d'ailleurs d'une autre période de formation des protons et des électrons, et d'autres, dont nous ignorons tout.

Nous devons donc supposer la matière déjà existante, et dans l'état le plus simple, sous forme d'atomes. Nous devons supposer ces atomes dispersés dans l'espace sous une forme quelconque, sans préjuger aucune répartition arbitraire. Nous devrons expliquer, par les seules forces connues, tous leurs mouvements sans exception, nous les supposerons donc au repos.

Tous les auteurs de cosmogonie, depuis Laplace, avaient supposé que la matière dispersée était animée de mouvements divers, qui l'avaient fractionnée en lambeaux distincts. Chaque lambeau, animé de mouvements de translation et de rotation, aurait évolué à part et aurait donné naissance à un Soleil entouré de planètes. C'était prendre comme données du problème les mouvements à expliquer, isoler d'avance les masses que l'on voulait retrouver condensées. C'était envisager le *problème restreint*, celui de l'évolution de masses isolées.

Dans le *problème général* de la matière dispersée, l'équilibre ne peut être stable que si la répartition était mathématiquement homogène. Ce qui est impossible. Tout accroissement local de densité forme centre d'attraction. Dans notre matière dispersée, il suffit d'un atome en plus pour concentrer une masse égale à celle du Soleil en 300 millions d'années. La masse formée serait proportionnelle à l'excès de masse primitive. Le calcul montre, qu'après l'amorçage du début, la formation des 999 millièmes de la masse demande le même temps, quelle que soit la masse primitive. Ce temps ne dépend plus que de la densité du milieu.

La formation et l'évolution ont pu être plus rapides dans telle région que dans telle autre, soit par suite d'une différence de densité, ou de centres de concentration plus ou moins nombreux.

Les formules du rayonnement et du temps de concentration permettent de déterminer la température de formation des astres. Si le temps est plus long, et la formation moins rapide, la température résultante est plus basse. *Le temps et la température se limitent* ainsi réciproquement et d'une façon très étroite.

Le calcul montre alors que le temps de formation du Soleil dans notre milieu homogène indéfini, a pû varier de 200 millions d'années à 640.000 ans. Le temps d'évolution depuis la formation, varierait de zéro à 850.000 ans, et la température de formation resterait inférieure à 20.000 degrés. La formation probable aurait demandé 20 millions d'années, en donnant une température maximum de 10.000 degrés, qui aurait fourni une évolution voisine de un million d'années.

Pour les étoiles, formées dans le même milieu et le même temps, la température de formation serait proportionnelle à la racine cinquième de la *masse*. L'évolution conserverait le même rapport. Si les température effectives étaient proportionnelles à ces températures du noyau, les étoiles B, dont la température est double de celle du Soleil, auraient une masse 32 fois plus grande, les étoiles M une masse 32 fois plus petite. Les mesures de masse donnent des nombres qui varient dans le même sens, et sont du même ordre pour les étoiles B. On peut les faire accorder très bien par une étude en seconde approximation. Il est remarquable de pouvoir ainsi déterminer, en moyenne, la température en fonction de la masse, en tenant compte à la fois de la formation, et de l'évolution, et de leurs millions d'années. Les hypothèses romanesques d'après lesquelles les étoiles vieillissantes se régénéreraient indéfiniment, pour recommencer leur cycle d'évolution, supposent qu'il y en a actuellement de tous les âges, et dans ce cas il ne pourrait y avoir aucune relation entre leur température et leur masse. Ce qui est contraire aux faits. Le calcul ci-dessus montre en plus, en s'accordant avec les faits, qu'elles ont pû, ou dû, se former à peu près en même temps, en donnant à cet à peu près un sens astronomique très large.

L'attraction, qui a concentré les atomes en étoiles, continue son œuvre en condensant les *étoiles en amas*, et les amas en Voies Lactées. Les calculs et les formules sont les mêmes. Ils montrent que la densité des étoiles dans un amas, condensé régulièrement, serait inverse du carré de la distance au centre. Le dénombre-

ment des étoiles des amas donne sensiblement cette loi, ou du moins son ordre de condensation. Les vitesses des amas dans un ensemble seraient beaucoup plus considérables que celles des étoiles individuelles, et donnent bien les vitesses observées pour les amas globulaires et les nébuleuses spirales. Toutes les vitesses s'expliquent par l'attraction seule.

5° *Formation du système solaire.* — Il reste à expliquer la *formation du système solaire* et de ses planètes. Toutes les cosmogonies s'y sont efforcées depuis Laplace. Elles ont méconnu le problème en le simplifiant. En effet, tous les auteurs supposent la nébuleuse primitive, qui a formé le Soleil et les planètes, isolée du reste du monde. Mais un système isolé conserve le même moment de rotation dans toutes ses transformations. Toutes les cosmogonies ont donc dû prendre, comme donnée, cette rotation qu'il fallait expliquer .C'était un cercle vicieux.

Au point de vue mécanique, notre système planétaire est caractérisé avant tout par son *moment de rotation*. Il est resté sensiblement constant depuis l'origine, depuis l'isolement du système. C'est un *invariant* caractéristique. C'est l'élément essentiel dont il faut expliquer l'origine. Tout le reste n'est que détail et accessoire. De plus, le mouvement de rotation du Soleil et des satellites est très faible, n'est qu'un résidu, par rapport à celui des planètes. Celui-ci est le seul qu'il soit besoin d'expliquer directement. Or, puisqu'un système matériel ne peut pas modifier son propre moment de rotation, il faut nécessairement recourir à l'action et aux *perturbations des systèmes voisins*, pour expliquer celui de notre système solaire. C'était extrêmement simple. Il suffisait d'y songer... et de faire les calculs théoriques et pratiques, pour montrer que cette action nécessaire était aussi suffisante. Or, si on se place dans le cas le plus défavorable, celui où les étoiles seraient réparties régulièrement, le calcul montre que les éléments situés à la moitié du rayon d'action du Soleil, dans la nébuleuse primitive, seraient déjà assez déviés pour ne pas s'incorporer à lui et pour constituer alors notre système de planètes. On peut même déterminer complètement les conditions de *résistance du milieu*, qui ont rendu les orbites planétaires sensiblement circulaires. Ces calculs nous indiquent que le dixième seulement de la masse primitive a dû se concentrer dans le Soleil et les étoiles. Les neuf dixièmes des masses de l'Univers seraient invisibles à l'état de systèmes de planètes et de comètes dans les espaces interstellaires. Ces masses considérables pourraient jouer un rôle dans l'évolution future, en particulier quand les amas s'entoureraient d'une nébulosité opaque et amas s'entouraient d'une nébulosité opaque et diffuse, *nébuleuses elliptiques*, et les systèmes d'amas doubles donneraient les nébuleuses spirales par leur rotation réciproque.

La concentration des systèmes planétaires se poursuit de même. Toutes les planètes se rapprochent progressivement de leur Soleil. Elles s'y incorporent en le rajeunissant et donnent une *étoile nouvelle*, mais cet éclat est éphémère.

L'Univers évolue-t-il vers la mort? L'énergie se conserve, mais elle se dégrade et se disperse à l'état de chaleur. Arrhénius et d'autres ont inventé des mécanismes pour éviter cette dispersion et mieux utiliser l'énergie, la transporter des étoiles dans les nébuleuses froides et reformer des étoiles chaudes. Mais s'il existe un seul phénomène irréversible, et la plupart le sont, la dégradation de l'énergie est inéluctable. Les étoiles se refroidissent nécessairement. Ce sera la *mort de l'Univers*.

Les calculs précédents nous montrent que si l'Univers est infini, il n'en sera plus ainsi. Nous avons vu que l'attraction concentre les atomes en étoiles, puis les étoiles en amas, et cela indéfiniment. Or la concentration d'un amas produira, en moyenne des centaines de fois plus de chaleur que la condensation de ses étoiles en aura fourni. Cette condensation pourra donc entretenir une évolution cent fois plus longue avec la même température moyenne. La concentration indéfinie pourra entretenir ainsi la *vie indéfinie* de l'Univers et l'évolution indéfinie de la vie et de la pensée dans l'Univers.

ALEX. VÉRONNET.
Astronome à l'Observatoire de Strasbourg.

POINT DE VUE SUR L'INTERPRÉTATION DE L'ACTION DU MILIEU SUR LES ÊTRES ORGANISÉS

On a tant écrit sur le Transformisme qu'il peut paraître superflu d'ajouter quoi que ce soit à ce qu'on en a dit jusqu'ici.

Cependant, s'il n'y a plus à discuter désormais sur la réalité de l'action modificatrice et transformatrice du milieu sur les êtres organisés, il faut reconnaître qu'il reste, dans cette intéressante question, un point essentiel sur lequel il conviendrait de se mettre d'accord. Ce point est le suivant.

Comment s'exerce cette action du milieu, cette influence indéniable et quelles en sont les

réelles conséquences. Autrement dit, le milieu imprime-t-il seulement aux organismes — comme le veut la doctrine transformiste courante — des changements de peu d'importance initiale, mais qui, lentement et graduellement accumulés, seraient néanmoins capables d'amener l'apparition de types nouveaux ?

Jusqu'ici, les trois opinions ci-après sont en opposition.

I. — Le mécanisme dit des variations lentes et graduelles serait seul producteur de tous les changements, aussi bien insignifiants que conséquents, dont peuvent être ou ont été affectés les organismes : c'est le Lamarckisme pur.

II. — Les formes nouvelles apparaîtraient brusquement : c'est le Mutationnisme.

III. — Les deux modes d'action dont il vient d'être question produiraient, en se combinant ou plutôt en agissant de conserve, les formes nouvelles.

Les défenseurs de chacune de ces trois hypothèses font état seulement, soit d'un mode unique d'action du milieu et qui agirait aussi bien sur les adultes que sur les jeunes, soit de mobiles tout à fait accidentels, fortuits, qui affecteraient les embryons seuls.

Or, malgré les innombrables théories émises relativement à la production des formes nouvelles dans la nature, on reconnaît que ni l'un ni l'autre de ces concepts « n'est adéquat, comme le dit M. Charles Depéret, à fournir une explication rationnelle et complète du grandiose tableau de l'évolution paléontologique. Il existe encore dans cette évolution, ajoute le même savant, bien des points mystérieux, bien des faits importants, dont l'explication nous échappe ».

« Mais, peut-on ajouter avec MM. Delage et Goldsmith, il est possible qu'il n'y ait rien à découvrir de si neuf et de si frappant, et que la solution réside simplement dans l'attribution rigoureuse à chacun des facteurs déjà connus de la part exacte qui lui revient. »

C'est bien ainsi que les choses doivent être, et il n'est donc nullement superflu d'approfondir cette très intéressante question, notamment la façon intime dont le milieu agit pour produire les modifications et transformations chez les organismes.

Si nous comparons, en effet, la nature actuelle à la nature révolue et puisque nous admettons que celle-là est la résultante de celle-ci, nous constatons que s'il y a eu de simples modifications, il y a eu également des transformations, soit deux sortes de changements n'ayant pas du tout la même importance, la même amplitude.

Il s'agit donc de savoir si un mécanisme unique a été seul producteur de ces deux ordres de phénomènes — modifications, transformations — ou bien si un processus différent a présidé à chacun d'eux.

Un ouvrage récent publié par le Professeur Vialleton — « Membres et Ceintures des Vertébrés tétrapodes, Critique morphologique du Transformisme » — a précisément appelé l'attention sur une distinction de ce genre, qu'on paraît toujours avoir négligée ; mais cet ouvrage a été si violemment critiqué qu'il est douteux qu'on veuille bien s'arrêter à méditer sur le judicieux cri d'alarme lancé par son auteur.

Quoiqu'il en soit, il apparaît que si l'on veut mener à bonnes fins la solution du problème complexe de l'évolution, on doit s'arrêter tout d'abord à distinguer, dans l'action exercée par le milieu sur les organismes, deux nuances bien distinctes.

L'existence de ces deux nuances est suffisamment justifiée par ce fait que, chez les êtres organisés, nous remarquons, d'une part des types de structure profondément différents les uns des autres, d'autre part — et inclus dans ces types de structure — des entités où les différences sont bien moins importantes.

Il vient ainsi tout de suite à l'esprit que ces deux catégories de caractères ne doivent pas être rattachées à un mobile unique.

Il paraît, par suite, logique de reconnaître que le milieu a agi sur les organismes suivant deux processus distincts :

1° un processus rapide, créateur des grands types de structure. Nous chercherons à démontrer qu'il se produit pendant l'accession des organismes à un milieu nouveau, et nous l'appellerons : Influence anticipée du milieu ;

2° un processus plus ou moins lent, producteur des changements bien moins conséquents. Nous montrerons qu'il ne survient qu'après l'installation des organismes dans le milieu, et nous lui donnerons le nom d'Influence directe du milieu.

Nous admettrons donc, d'ores et déjà, que le milieu ne peut pas agir sur les organismes suivant un mode d'action unique.

Du reste, Lamarck lui-même n'a-t-il pas insinué dans son Histoire des animaux sans vertèbres (Introduction p. 134 et 161) que « l'action des circonstances influentes n'est qu'une cause modifiante, accidentelle et variable, qui a traversé le plan de la composition progressive, sans néanmoins la détruire, car elle n'a pu l'altérer que dans des particularités de détail et jamais dans la généralité des organisations » ?

Lamarck a pu, plus tard, abandonner cette idée lumineuse, mais peu importe ; il n'est pas superflu d'en faire état.

Ceci dit, en tout premier lieu, il paraît logique de penser que la nature actuelle est une sorte de tableau achevé. Depuis son origine, elle a traversé des phases successives que nous pouvons très bien comparer à celles que traversent les êtres organisés qu'elle a produits. Certains auteurs ont établi, avec raison, cette comparai-

son ; la nature a une existence : elle est née, elle vit, elle mourra sans doute. Son jeune âge est passé, la Géologie le prouve suffisamment, et il est sûr que, depuis la fin du Tertiaire, elle est entrée dans son âge mûr, adulte, autrement dit parfait : la réalisation des diverses castes d'êtres organisés et le fait qu'il ne s'en est pas montré de nouvelles le démontrent.

Cette façon de voir les choses, banale en soi, n'est pas invraisemblable et elle autorise à dire que les formes véritablement nouvelles, celles qui doivent leurs caractères à des changements importants d'organisation, ne peuvent se produire que s'il y a changement notable dans le milieu, et ces changements notables n'ont pas été très nombreux.

C'est ce qui explique pourquoi, au surplus, nous ne pouvons constater, de nos jours, de ces formes véritablement nouvelles, mais seulement des variantes de formes déjà existantes et que les formes nouvelles ont été, au contraire, si nombreuses dans les périodes géologiques précédant notre époque.

Ceci, enfin, implique l'obligation de faire état des possibilités de variations et de transformations qui se sont montrées pendant l'évolution du milieu. On a quelque peu négligé ce point de vue, et pourtant, n'est-ce pas la diversification même des milieux qui a entraîné celle des êtres organisés ?

On doit donc tout d'abord étudier la genèse détaillée des milieux, c'est-à-dire non pas seulement la constitution chronologique des milieux généraux ou grands milieux, mais aussi celle des diverses zones, plus ou moins nombreuses, grâce auxquelles les conditions d'existence ont varié presque jusqu'à l'infini.

Toutes ces conditions d'existence qui, peu à peu, ont été offertes aux organismes en voie de dispersion indiquent forcément et tout d'abord les types de structure que ces derniers devaient réaliser et ont en effet réalisés pour pouvoir se répandre dans les divers sites habitables, c'est-à-dire pour pouvoir s'adapter.

Sans entrer dans des détails, on peut énumérer comme suit ces types de structure. Pour la morphologie, en partant du type initial, qui n'a pu être qu'un type nageur, on voit que ce type originel a donné, par la suite, le type de structure semi-terrestre, qui est surtout rampant, puis les types marcheur, coureur, sauteur, grimpeur, fouisseur et volant. Pour la physiologie, on remarque, par exemple, que le mode de respiration, d'abord aquatique, est devenu par la suite aérien ; il y a également les diverses modalités du mode de génération.

C'est bien là ce que montrent la genèse des milieux habitables et celle des organismes, la première ayant nécessairement impliqué la seconde. Il y a donc, ici encore, un point sur lequel il convient de s'arrêter : c'est le synchronisme rigoureux de la genèse du milieu et de la genèse des organismes.

Comment se sont produits ces types de structure, ainsi que toutes leurs variantes, comment sont apparus les innombrables caractères distinctifs qui font de la nature actuelle cet ensemble infiniment complexe dont nous cherchons à comprendre le développement ?

Il faut tout d'abord reconnaître et avouer que ni l'apparition des milieux nouveaux, méthodiquement survenue le long de la genèse de la planète, ni la diversification des manières de vivre imposée par la variété des sites constituant les milieux n'ont été, à aucun moment, brusques.

On peut donc se demander si les transformistes classiques n'ont pas raison lorsqu'ils accordent aux variations lentes et graduelles une universalité absolue. Il n'en est pas ainsi cependant.

Bien que les milieux et tous les sites qu'ils comportent se soient constitués d'une façon plutôt lente et graduelle, la réalisation des structures adéquates a dû nécessiter des processus relativement rapides pour permettre aux organismes de s'y adapter. Mais cette rapidité n'a pas tenu seulement à ce qu'il était urgent que les organismes parvinssent à s'installer dans les milieux nouveaux ; ce fut aussi et surtout grâce à la persistance des efforts qu'ils faisaient pour arriver à y accéder. C'est dans cette dernière circonstance qu'il faut voir, en définitive, l'acquisition pour ainsi dire immédiate des caractères requis par le milieu nouveau.

Mais ce mécanisme rapide n'est pas — tant s'en faut — celui que décrivent et professent les mutationnistes. La mutation classique n'a rien à faire avec l'évolution normale, méthodique, qui a présidé au développement de la nature. Sans compter qu'elle ne produit, habituellement, que des anomalies, elle entraîne seulement la formation de simples variantes ; c'est du moins ce que nous permettent d'affirmer le cas de mutations que nous connaissons, lesquels ne créent que des espèces élémentaires, c'est-à-dire des variétés d'espèces.

Le mécanisme rapide qui est envisagé ici est, au contraire, producteur de grands types de structure. Il est donc tout différent de la saltation ordinaire.

Par ailleurs, il ne faut pas négliger cette considération importante que ce n'est point au sein du milieu nouveau que la transformation d'un type de structure en un autre type de structure s'est opérée. Ce ne peut-être que dans son milieu originel et pendant que l'être en cause cherche à s'installer dans le milieu nouveau, car les organismes ont évidemment une tendance à revenir dans leur milieu originel et, quand ils le quittent, c'est qu'ils sont aptes à aller ailleurs.

La réalisation des grands types de structure

est donc, très vraisemblablement, inhérente à une action, à une influence toute particulière du milieu.

Cette influence est; en quelque sorte, anticipée, parce qu'elle s'exerce sur les organismes avant que ceux-ci ne soient entrés définitivement dans le milieu ou, plus exactement, pendant qu'ils y accèdent, qu'ils cherchent à s'y installer. En d'autres termes, c'est pendant que les progéniteurs s'y aventurent et font des efforts pour s'y adapter, sans abandonner leur milieu originel, auquel ils ont encore trop d'attaches. Une telle influence ne peut engendrer que des caractères saillants, aussi bien morphologiques que physiologiques, des caractères de mécanisme ou caractères essentiels, adaptatifs, nécessaires à la vie, comme le disait Le Dantec ; mais, tandis que ce savant les attribue à la seule évolution lente, ils sont ici, au contraire, le résultat d'une variation extrêmement rapide, c'est-à-dire l'effet de l'action du milieu que nous appelons anticipée ; car, de par son essence même, cette influence anticipée ne peut agir que par sauts brusques. Sa résultante est une préadaptation prenant pied seulement sur les embryons. Répétons qu'il ne faut pas y voir la saltation des mutationnistes. Pour l'expliquer d'une façon plus complète, on pourrait faire valoir l'excitation fonctionnelle subie par les progéniteurs et retentissant sur les cellules germinales ; et il paraît bien que ce soit ainsi que les choses se sont passées.

C'est peut-être pourquoi nous ne trouvons pas, par exemple, parmi les fossiles, les types qui devraient, semble-t-il, faire transition entre la structure du nageur et celle du marcheur, soit l'acheminement de la nageoire radiée du poisson vers le membre polydactyle de l'Amphibien initial, entre la structure du quadrupède marcheur et celle de l'oiseau, de la chauve-souris et des reptiles volants disparus. On peut en dire autant entre la structure du marcheur ou quadrupède normal et celle du coureur, du sauteur et du fouisseur. Ces diverses structures paraissent bien s'être réalisées d'emblée, et la paléontologie ne contredit pas cette assertion.

Quant à l'influence directe, elle intervient après l'entrée dans le milieu, alors que les êtres ont acquis leur nouvelle structure. Elle seule produit les changements de détail — morphologiques et physiologiques — et elle agit sur tous les organismes, à quelque âge qu'ils appartiennent et par le procédé des variations lentes et graduelles. Les caractères qu'elle produit peuvent être appelés caractères d'ornementation, terme employé, dans un autre ordre d'idées, par Le Dantec ; mais, contrairement à l'opinion de ce savant, on ne peut considérer ces caractères comme étant sans importance pour l'évolution de l'espèce, car c'est là seulement que nous retrouvons les véritables facteurs lamarckiens et ces caractères, dès lors, s'ajoutent aux caractères plus importants acquis sous l'action de l'influence anticipée du milieu. Et ces variations plus ou moins légères résultent de l'usage ou du non-usage des parties et des autres facteurs courants du Transformisme, inhérents aux conditions secondaires d'existence, qui sont elles-mêmes infiniment variées.

En résumé, les modifications importantes, celles qui résultent de l'influence anticipée du milieu, tiennent essentiellement à de grandes causes, géologiques généralement, c'est-à-dire à la genèse normale et nécessaire des milieux ; les modifications de détail, au contraire, sont liées aux conditions secondaires résultant de la dispersion après l'entrée dans les milieux.

Telle est la distinction qu'il paraît essentiel de faire en considérant l'action du milieu sur les êtres organisés.

Ces vues s'écartent quelque peu du Lamarckisme et du Mutationnisme, ainsi que des diverses variantes de ces doctrines fondamentales. Elles ne peuvent que modifier d'une manière rationnelle, en les combinant judicieusement, ces concepts dont l'insuffisance notoire est reconnue de tous.

Et là où il convient de souligner les choses, c'est que pour ce qui est des types de structure — ce ne fut point sur les organismes adultes, comme on le soutient, que la transformation s'opéra. Lamarck lui-même n'a-t-il pas écrit, dans la première de ses Lois, — ce que l'on néglige souvent de considérer — « dans tout animal qui n'a point dépassé le terme de ses développements... » — ce qui ne fait aucun doute sur la pensée intime du fondateur du Transformisme quant à la portée de l'influence du milieu.

Les adultes, donc, ne purent seulement que recevoir les impressions du milieu nouveau.

Comment concevoir ces impressions et leur répercussion ? Divers savants l'ont expliqué, notamment Montgomery et Le Dantec. Ce dernier ne dit-il pas que « toute influence locale provoque nécessairement un trouble dans l'équilibre général, trouble qui s'étend jusqu'aux éléments reproducteurs et par conséquent jusqu'aux êtres futurs auxquels les organismes donneront naissance ? » .

Enfin, la préadaptation qu'implique le mode de réalisation des types de structure exposé ici ne saurait être comparée à celle dont parle M. Cuénot. Pour ce savant, les préadaptations seraient « des propriétés latentes, indifférentes, ou de médiocre utilité, qui ont apparu par hasard, comme des variations fortuites et dont il n'y a pas lieu de chercher une explication lamarckienne ou darwinienne ». Bien au contraire, la préadaptation ici envisagée, loin d'être fortuite, est provoquée par un appel de la part

du milieu, ce que l'on a quelquefois appelé attraction.

Cette conception permet, au surplus, d'expliquer pourquoi nous pouvons nous trouver en présence des progéniteurs et de leurs descendants directs, sans qu'il nous soit possible de le discerner, ceux-ci pouvant être infiniment différents de ceux-là. Les hiatus que nous constatons dans la série des êtres organisés, et ils sont nombreux, s'expliqueraient ainsi de cette manière.

On peut, semble-t-il objecter ici que la force éminemment conservatrice qu'est l'hérédité ne peut que s'opposer à une telle genèse. Il n'en est rien si l'on y réfléchit bien, car le but de l'hérédité n'est pas d'encercler l'être vivant dans des limites rigides ; elle est là pour conserver et transmettre ce qui est acquis, mais elle ne peut s'opposer aux acquisitions nouvelles. Celles-ci sont généralement utiles et indispensables même, surtout lorsqu'il s'agit de caractères structuraux ou physiologiques nécessaires au développement du monde organisé, développement qui, nous l'avons vu, est dicté par la réalisation progressive des divers sîtes formant les milieux habitables. En d'autres termes, l'hérédité fonctionne en étroite corrélation avec la genèse du milieu.

En définitive, si c'est incontestablement le milieu qui a façonné les êtres organisés, il faut penser que c'est bien suivant deux modes tout différents qu'il a amené, chez eux, d'une part les MODIFICATIONS, ou changements peu importants, d'autre part les TRANSFORMATIONS, ou changements importants.

Et si nous étions bien certains qu'il en a été ainsi, nous pourrions nous dispenser de croire à l'existence de certains chaînons que nous supposons avoir été indispensables pour assurer la continuité de la filière du monde organisé.

Croire au seul mécanisme des variations lentes, c'est incontestablement attribuer à la nature des processus fortuits, intempestifs, car nous avons vu que ce mécanisme ne peut produire que des changements de détail, et comme accidentel, puisque ces changements résultent tout simplement du hasard des circonstances rencontrées après l'entrée dans le milieu.

Le mécanisme des variations brusques, tel qu'il est conçu ici, au contraire, agissant en synchronisme rigoureux avec l'évolution nécessaire du milieu, ne produit rien de fortuit, bien loin de là.

ALEXIS BACCIALON.

L'ACTINISME EN CINÉMATOGRAPHIE

Le cinéma a atteint aujourd'hui un tel degré de diffusion que tout le monde connaît, ou du moins soupçonne, toute cette industrie dont la mise en mouvement produit des films cinématographiques en un nombre d'exemplaires souvent considérable.

L'établissement de ces copies projetables procède d'une technique des plus intéressantes. Tout le monde sait maintenant que les exemplaires d'un même film sont issus d'un même film type, dit « négatif », parce qu'il joue dans l'impression photographique des copies le rôle de cliché.

La confection et le montage de cette bande négative peuvent être considérés — si on laisse de côté la fabrication du film émulsionné vierge qui se rattache plutôt à l'industrie chimique — comme le point de départ de l'industrie cinématographique proprement dite.

L'enregistrement des scènes est assuré par la prise de vue. Les vues successives sont enregistrées en fait à raison de 16 images à la seconde, et chaque image correspond à une pose de 1/30e de seconde environ. Aussi le film négatif vierge doit-il être au moins comparable, quant à ses propriétés photographiques, aux plaques et pellicules couramment utilisées pour des instantanés de 1/50e et 1/100e de seconde.

Il est à peine utile de rappeler qu'étant donné le mode d'impression des images successives, le film est un rouleau, mieux un ruban, étroit et long, perforé sur ses bords pour permettre son entraînement par des tambours dentés. Cet entraînement est nécessaire pour substituer rapidement une surface de film vierge à la surface déjà impressionnée. Cette surface d'images est de 18×24 mm., pour le format de film courant (35 m/m de largeur), la partie non utilisée par l'image étant réservée pour les trous d'entraînement ou « perforations ».

Bref, les éléments de la prise de vue sont : le film vierge et l'appareil cinématographique où se déroule ce film par le jeu d'une manivelle. Mais la prise de vue ne consiste pas à tourner simplement la manivelle devant les acteurs en scène. Elle constitue un véritable problème photographique dont la solution dépend des deux facteurs suivants : l'éclairage et l'émulsion. Il s'agit de combiner ces deux éléments pour obtenir l'exposition correcte et la reproduction fidèle dans tout le champ de l'objectif de la scène mise en œuvre dans ce but. Pour que l'image positive, — c'est-à-dire la seule que le public peut voir et apprécier — soit agréable et se rap-

proche autant que possible de celle que percevrait notre œil, il faut que la pellicule négative ait enregistré fidèlement paysages et décors, et ces paysages ou ces décors sont naturellement colorés.

Une émulsion à base de sel d'argent, gélatino-bromure par exemple, est comme on le sait, sensible à la lumière. Dans cette action de la lumière sur le bromure d'argent, il existe une relation entre la quantité d'argent réduit en un point et la quantité de lumière reçue par ce point. Mais cette action de la lumière est variable suivant la composition de celle-ci, c'est-à-dire avec chaque radiation. Les radiations sont de ce fait plus ou moins actiniques — le bleu violet est considérablement plus actinique que le jaune et que le rouge, qui l'est infiniment peu.

Or, paysages et décors sont des objets colorés, c'est-à-dire renvoyant des radiations, non seulement bleu-violettes, mais vertes jaunes, et même rouges. Si l'on enregistre ces objets avec une émulsion ordinaire au gélatino-bromure d'argent, les radiations bleues impressionnent l'émulsion beaucoup plus que les radiations jaunes. Et, comme notre œil est, au contraire, plus sensible aux rayons jaunes qu'aux bleus, l'image enregistrée ne saura être la reproduction fidèle de ce que l'œil a vu.

Une émulsion photographique peut être rendue sensible aux radiations jaunes et vertes, en principe, en ajoutant dans la dite émulsion certains colorants, à très faible dose d'ailleurs. Une émulsion sensible au jaune et au vert est dite « orthochromatique » ; quand elle est sensible au rouge, elle est « panchromatique » (dans ce dernier cas, elle ne saurait être manipulée autrement que dans l'obscurité complète) et une telle émulsion peut, seule, prétendre à la reproduction fidèle d'un sujet.

On conçoit très bien qu'un paysage — toujours riche en toutes couleurs — soit mieux rendu par une émulsion orthochromatique, et que certains couchers de soleil, par exemple, ou parterres de fleurs ne soient parfaitement enregistrés que sur émulsion panchromatique. Par contre, certains objets éclairés artificiellement, c'est-à-dire presque uniquement en lumière bleue-violette, ne sont que peu avantagés par ces émulsions orthochromatiques ou panchromatiques.

La prise de vue cinématographique s'effectue alternativement en extérieur ou en studio, c'est-à-dire tantôt en lumière du jour, tantôt en lumière artificielle. Sous l'éclairage du soleil, le problème photographique se trouve résolu : une émulsion orthochromatique s'impose dans tous les cas ; une émulsion panchromatique est indispensable pour la reproduction de certains sujets. L'industrie cinématographique, qui ne perd pas de vue que, pour obtenir l'art sur l'écran, il faut partir de l'art dans l'enregistrement des scènes, a compris les possibilités de l'émulsion panchromatique.

La lumière solaire est une source par définition complète, c'est-à-dire composée de toutes les radiations visibles. La composition de la lumière du jour varie quantitativement quelque peu, avec l'heure de la journée, la saison, l'état atmosphérique. Le tableau ci-dessous (1) se rapporte par exemple à des expériences faites au même endroit, à la même heure.

Longueurs d'onde. . .	450	500	550	600	650	700
Energies relatives :						
Jour d'été brillant . . .	103	114	105	98	86	74
Jour d'hiver sombre. .	63	90	101	100	97	86

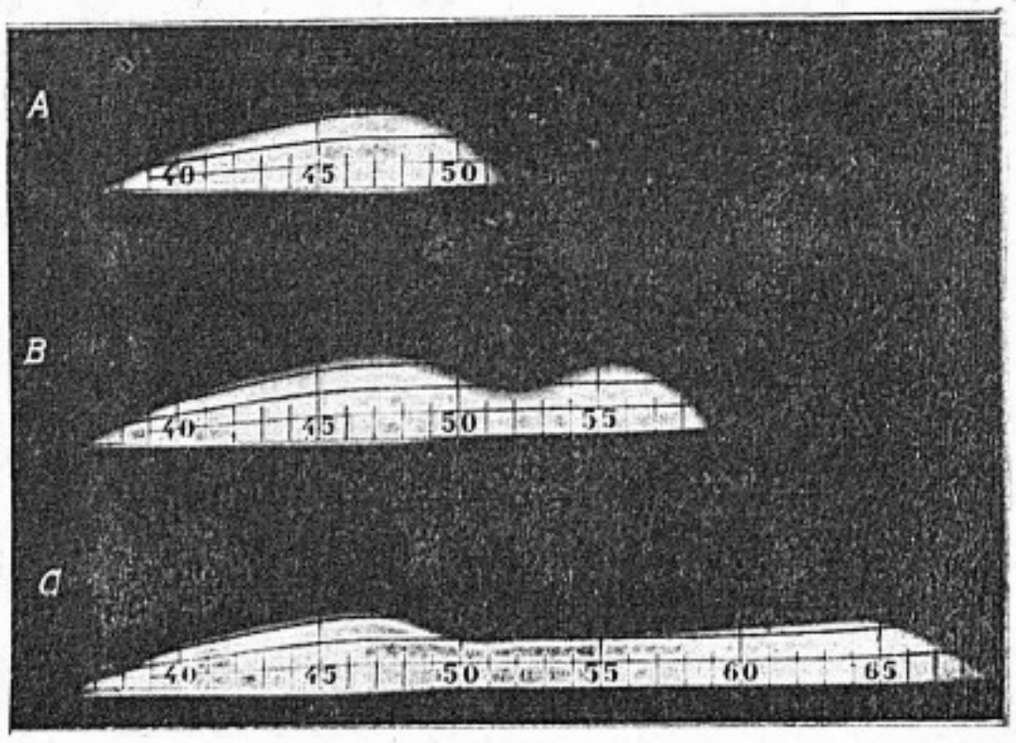


Fig. 280. — Spectrogrammes montrant les sensibilités relatives aux diverses couleurs
A : émulsion ordinaire.
B : émulsion orthochromatique.
C : émulsion panchromatique.

On voit que la lumière du jour a son maximum dans le bleu-vert en été, temps brillant, et dans le vert-jaune en hiver, temps sombre.

De même, la lumière solaire à midi a son maximum dans le bleu-vert et la lumière du ciel son maximum dans le bleu.

Dans tous les cas, la richesse en radiations rouges et jaunes n'est pas négligeable. C'est donc l'émulsion panchromatique qui est apparemment la plus apte à enregistrer fidèlement un sujet éclairé en lumière du jour.

Mais, toutes choses égales d'ailleurs, les radiations bleues-violettes déterminent sur une émulsion panchromatique des densités plus fortes que les radiations rouges. L'enregistrement ne peut donc être fidèle que si on diminue la proportion de rayons bleus-violets par l'interposition d'un écran jaune. Ces écrans sont essentiellement « absorbants » ; ils diminuent la pro-

(1) Ext. de *Panchromatism*, Ilford, London.

portion de certaines radiations au profit de certaines autres, et en somme réduisent l'éclairage frappant la pellicule. Il faut, en conséquence, augmenter la durée d'exposition. Fort heureusement, la lumière du jour est presque toujours en excès, en considération de la sensibilité de nos émulsions actuelles — et en particulier des émulsions panchromatiques — et surtout en regard des ouvertures d'objectif aujourd'hui courantes.

Ainsi, en extérieur, l'écran est tout indiqué pour les prises de vues sur film orthochromatique d'abord et, à plus forte raison, pour celles sur film panchromatique.

Le problème se présente différemment dans

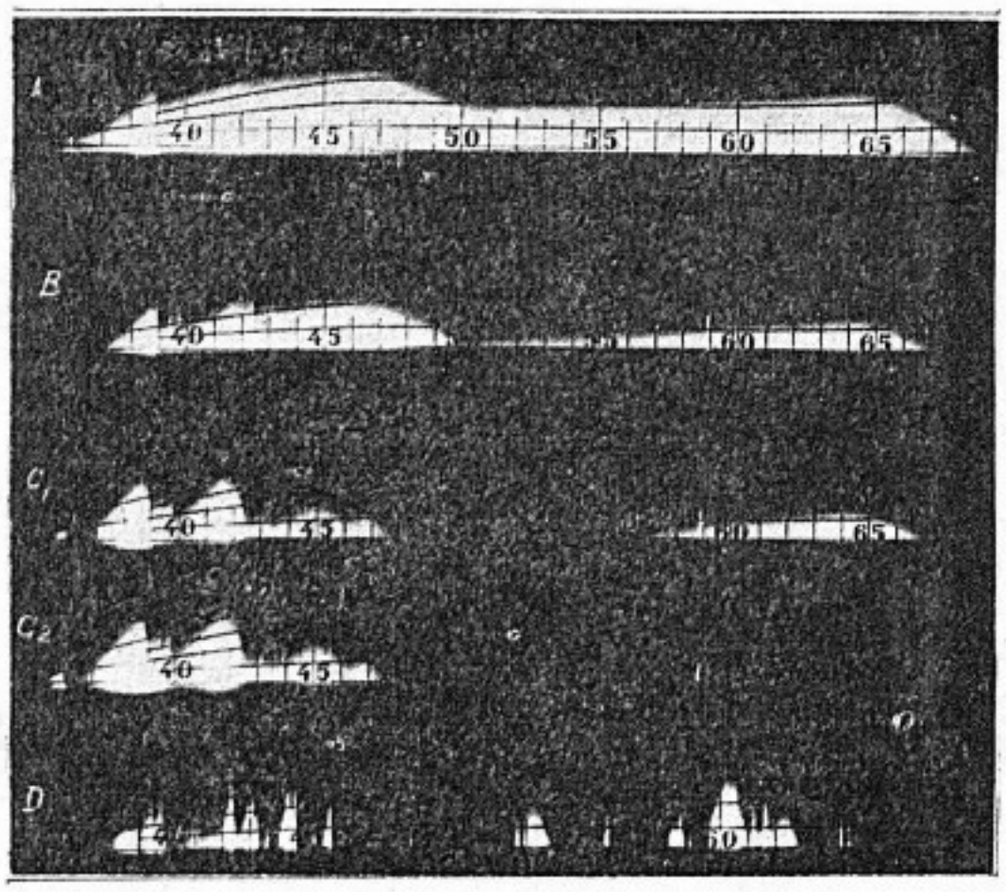


Fig. 281. — Spectregrammes de la lumière émise :
A, par un arc électrique ordinaire.
B, par un arc électrique (vase clos) à haut voltage, (mise au point sur le charbon supérieur).
C_1 et C_2 par le même arc : C_1 spectre du cratère, C_2 spectre de la flamme.
D, par un arc à vapeur de mercure. On a superposé le spectre de la lampe étalon pour permettre l'impression des graduations (longueurs d'ondes et densités).

le cas de la prise de vue en studio, c'est-à-dire en éclairage artificiel : là, l'éclairage est compté. Tout écran, effectivement absorbant, entraînerait une perte sur un éclairage produit à prix d'argent. D'ailleurs, si on filtre l'éclairage artificiel à l'arc électrique par un écran jaune, les radiations bleues-violettes se trouvent arrêtées et, dans ces conditions, l'éclairage restant se réduit à peu de chose. Pour nous en rendre compte, il faut dire quelques mots des sources lumineuses artificielles comparativement avec la lumière du jour.

Les sources de lumière artificielle sont très variées, mais procèdent de trois principes :

Lampes à arc.

Lampes à vapeurs de mercure.

Lampes à incandescence.

L'arc électrique est suffisamment connu pour n'être pas décrit ici. Sa grande vogue en cinématographie est due au fait qu'il constitue une source de grande intensité et que sa puissance actinique est très élevée. Mais au point de vue photographique cette source ponctuelle inflige au sujet une délimitation nette des ombres et des demi-teintes.

Sa lumière est composée d'une bonne moitié

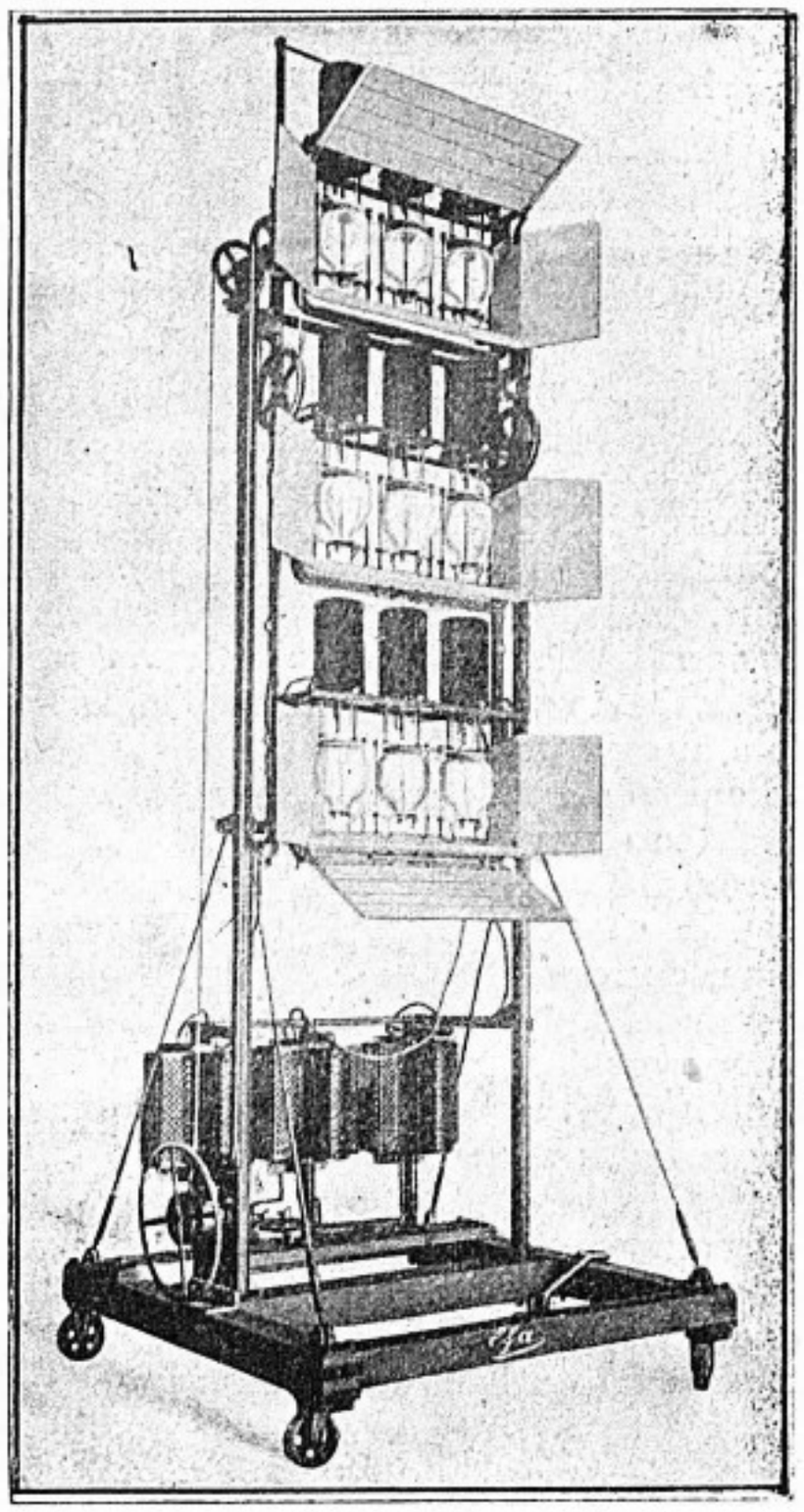


Fig. 282. — Arc haut voltage (vase clos).

en radiations rouges, le reste en lumière bleue-violette et verte (fig. 281, A).

A l'arc électrique ordinaire, il faut ajouter l'arc en vase clos, haut voltage, dont la lumière est plus riche en rayons bleus-violets (fig. 281, B, C) et ultraviolets. Comme l'indiquent les spectogrammes, la flamme est particulièrement pauvre en rayons rouges. C'est cependant la lumière de la flamme qui est utilisée dans la prise de vue.

L'arc à vapeur de mercure est produit dans un tube étroit et long, contenant une atmosphère riche en mercure. Cet éclairage présente une coloration bleue-violette caractéristique

(fig. 281, D). Au contraire de l'arc ordinaire, cette source, qui se présente sous la forme d'un tube lumineux plus ou moins long, constitue une lumière d'ambiance.

Au point de vue de sa composition, la lumière qu'il émet est totalement dépourvue de rayons rouges et se compose presque exclusivement de rayons bleus-violets avec une faible proportion de radiations vertes. Tous ceux qui ont examiné un sujet éclairé par ce seul éclairage ont remarqué l'aspect bien particulier que prennent les visages, en raison même de la carence des rayons rouges (fig. 281, D).

Les lampes à arc sont montées en batteries et disposées de chaque côté des acteurs ; elles peuvent également être groupées en plafonniers. La puissance de ces arcs est considérable et, comme la source est de dimension réduite, l'éclat est très vif.

Certains arcs sont montés en projecteurs et constituent les fameux soleils artificiels qui nous donnent si bien à l'écran l'illusion du soleil authentique entrant par exemple par une fenêtre. Les rayons émis sont, à cet effet, réfléchis par un miroir courbe qui les renvoie en faisceaux de lumière.

Les lampes à vapeur de mercure ont généralement pour rôle d'éviter les ombres et sont placées en conséquence. Montées en batteries par huit ou dix devant un réflecteur émaillé qui en renvoie les rayons, ces lampes constituent par essence la lumière d'ambiance et sont quelquefois disposées en plafonniers au-dessus même de la scène.

En somme, arcs électriques et lampes à vapeur de mercure, sources d'éclairage différentes quant à leur surface d'émission et la proportion relative des radiations émises, sont, à l'heure actuelle, celles qui judicieusement combinées, permettent les prises de vue dont les résultats nous satisfont largement, momentanément du moins.

Nous ne pouvons décrire ici dans tous ses détails ce que représente chaque élément d'éclairage en intensité lumineuse. Cette notion doit être distinguée d'ailleurs de l'actinisme proprement dit, c'est-à-dire de l'action de ces sources lumineuses sur la pellicule.

Les surfaces de scène à éclairer sont souvent considérables et les éléments éclairants sont en conséquence assez nombreux. Plafonniers pour l'ambiance, projecteurs pour l'éclairage de mise

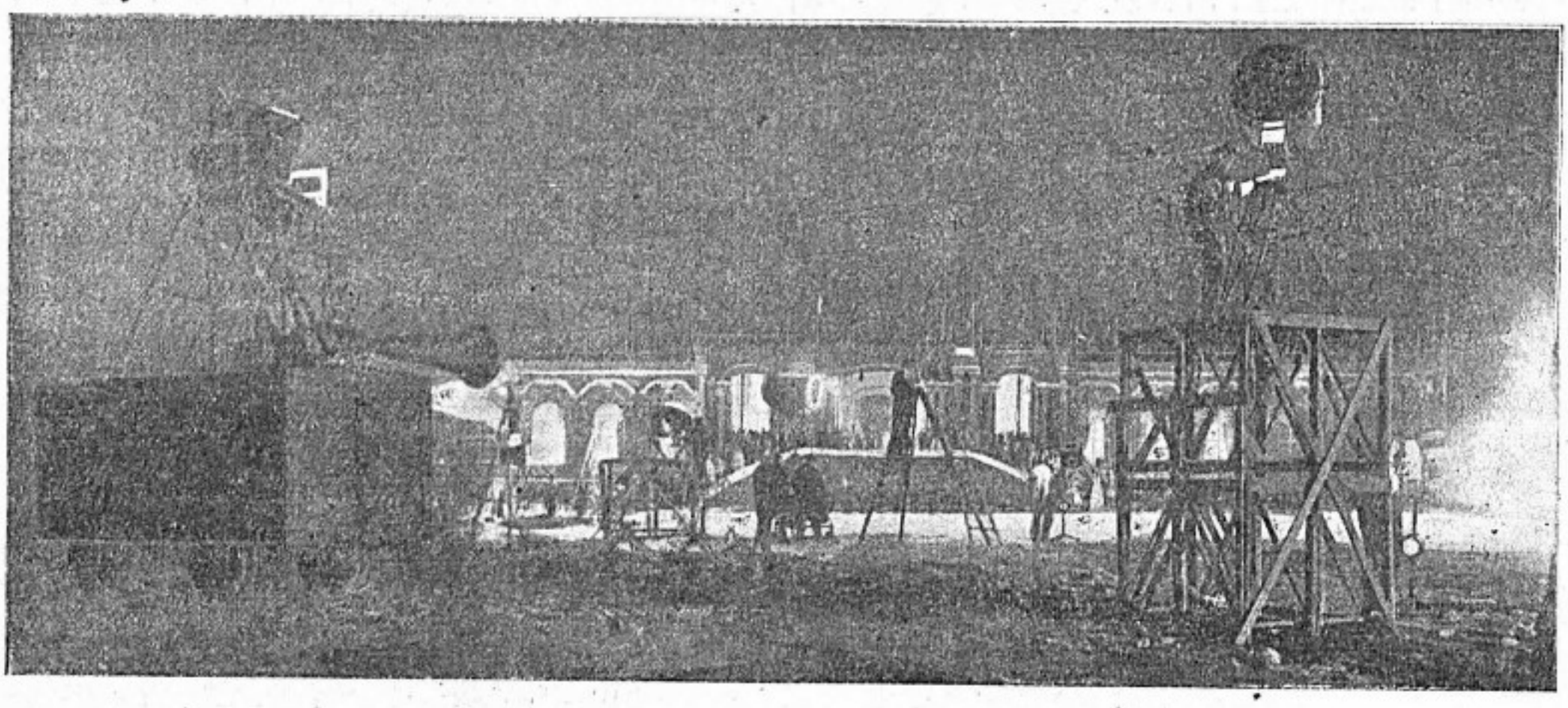


Fig. 233. — Vue d'un studio éclairé pendant une prise de vue (Films historiques — Joinville)

en relief des plans, autrement dit éclairage de contraste, se trouvent comme nous l'avons signalé mélangés ; leurs éléments sont d'ailleurs composés de matériel de provenance différente. Aussi est-il difficile d'avoir une idée exacte de la qualité de chacun de ces éléments éclairants, qu'il nous suffise de dire un mot de la luminosité totale obtenue et de l'énergie mise en œuvre à cet effet.

Bien rares sont aujourd'hui les scènes qui ne nécessitent que 1.000 ampères, et plus courantes sont celles qui en exigent 3.000. Beaucoup en demandent 6.000.

A titre documentaire, un élément éclairant à arc, de 30 ampères — type de lampe courant —, représente approximativement 20.000 bougies. De tels éléments sont groupés, en général, par série de quatre lampes, branchées sur 220 volts. Un système composé de 6 lampes représente donc environ 120.000 bougies. On peut voir,

par conséquent, qu'un éclairage représenté par un ampérage de 3.000 équivaut approximativement à deux millions de bougies.

La puissance employée par mètre carré est essentiellement variable. Elle est en moyenne de 500 watts — un studio disposant de 2.000 à 3.000 kw. n'est plus pour nous étonner à l'heure actuelle.

Lorsque nous avons parlé de deux millions de bougies, il s'agit évidemment de la luminosité à l'œil. On sait, par ce que nous avons dit précédemment, que l'effet produit sur la pellicule peut être quelquefois très différent de celui produit sur l'œil par le même éclairage. Il est donc intéressant d'étudier ce que représentent ces sources lumineuses comme actinisme, c'est-à-dire quelle est leur influence sur les différentes émulsions utilisées.

La proportion des radiations que nous avons

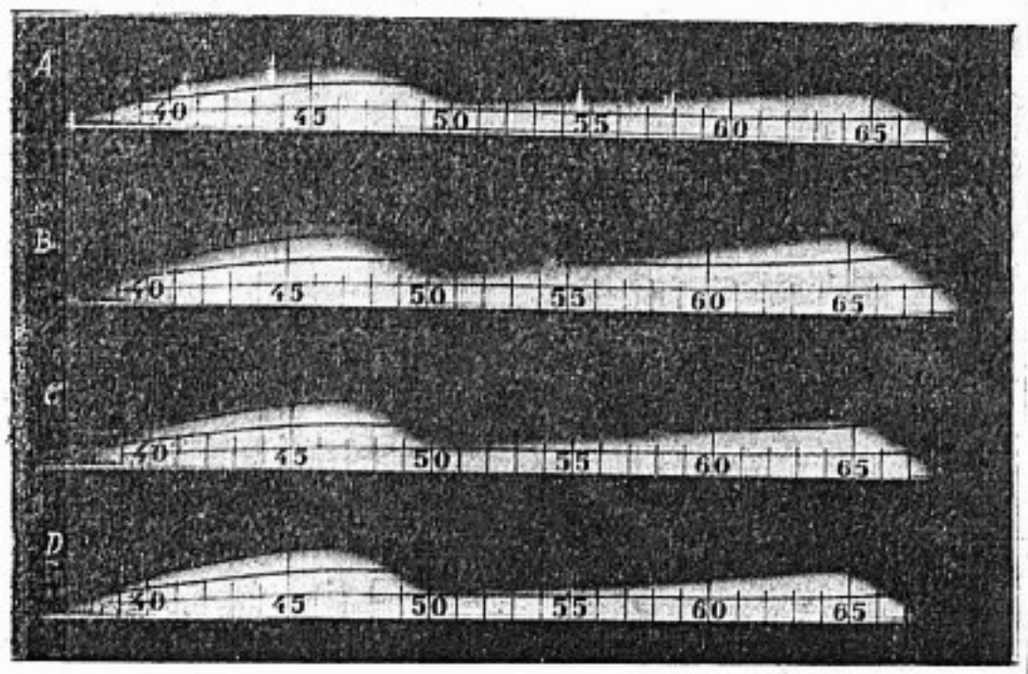


Fig. 284. — A, spectrogramme de la lumière émise par un arc électrique. Equipe avec des charbons minéralisés (dits à lumière jaune (Cie Lorraine des Charbons).
B, C, D, spectrogrammes de la lumière émise par une lampe à incondescence spéciale pour studio : à 55,90 et 150 volts.

indiquée pour chacune de ces sources, confrontée avec la sensibilité chromatique des émulsions examinée d'autre part, nous permet aisément les conclusions suivantes : La lampe à vapeur de mercure est aussi actinique pour une émulsion ordinaire que pour une émulsion orthochromatique, c'est-à-dire que les négatifs obtenus avec l'une ou l'autre de ces émulsions sont très voisins.

L'arc électrique impressionne, lui aussi, d'une façon très analogue ces deux émulsions. On travaille en effet en studio dans un éclairage situé dans une région du spectre pour laquelle l'émulsion ordinaire est déjà notablement sensible.

Il faut donc conclure que l'emploi d'une pellicule orthochromatique n'est pas utile en studio, mais nous en déduisons du même coup que le rendu photographique des couleurs en lumière artificielle est loin d'être exact. Une actrice qui serait prise par conséquent à l'extérieur en éclairage diurne, puis immédiatement après en intérieur, c'est-à-dire simplement rentrée chez elle, n'aurait plus du tout la même expression photographique et sa toilette en particulier serait rendu très différemment. L'habitude, la préparation spéciale des visages ont rapidement permis que cette imperfection soit atténuée, jusqu'à passer inaperçue à la majorité du public.

Ceci n'empêche la reproduction des scènes de studio d'être imparfaite et d'escamoter une bonne partie des demi-teintes que notre œil perçoit en couleurs de différentes intensités, mais que la photographie devrait enregistrer en détails plus ou moins gris. Toute la cinématographie en lumière artificielle repose donc sur cette erreur de reproduction.

Cependant, le souci d'une reconstitution plus approchée des gammes de couleurs a conduit certains opérateurs à interposer sur le trajet des rayons lumineux artificiels un écran jaune, soit à proximité de la source lumineuse, soit en avant de l'objectif. Mais un écran, nous l'avons dit, est toujours un filtre, un absorbant. Il coupe certaines radiations mais n'en ajoute aucune ; il y a donc au total perte de lumière. Le rendu photographique gagne sans doute en même temps qu'augmente la proportion relative de radiations jaunes, mais l'intensité utilisée de la source lumineuse est fortement diminuée. La perte consentie qui est sans importance dans la lumière du jour, nous l'avons dit souvent en excès, prend dans le cas des sources artificielles — riches surtout en rayons bleus que l'écran filtrera — une importance considérable. Cette perte volontaire d'une lumière émise à prix d'argent, se traduit par un rendement déplorable.

L'orthochromatisme en studio est-il donc une chose impossible? On espérait l'obtenir de la lampe à incandescence ordinaire dite « demi-watt » susceptible d'apporter beaucoup de radiations jaunes. Mais le remplacement d'un arc au mercure par une lampe à filament métallique fait tomber dans les défauts contraires : profusion de rayons rouges et jaunes, mais grande pauvreté de rayons violets. D'où nécessité d'augmenter fortement le nombre des sources.

A plus forte raison, l'emploi exclusif de lampes à incandescence nécessite un nombre de sources considérable et provoque une dépense appréciable en énergie électrique et en chaleur.

Ajoutons pour mémoire que la combinaison des arcs électriques et des lampes à incandescence ne semblent pas pouvoir donner d'heureux résultats en raison de l'éclairage non homogène qui en résulte et qui provoque des ombres plus ou moins déformées sur l'image.

On a fait de très louables efforts pour enri-

chir les arcs électriques en rayons jaunes, en substituant aux charbons ordinaires des charbons minéralisés, c'est-à-dire chargés en sels minéraux, alcalins ou alcalino-terreux. Le spectre d'émission d'une telle lumière s'enrichit en radiations jaunes (fig. 284) et l'arc électrique ainsi produit représente une source de lumière orthochromatique. Cette source ne s'est révélée ni plus coûteuse ni moins actinique que l'arc ordinaire. A égalité d'ampérage, l'arc à lumière jaune produit sur l'émulsion orthochromatique des images équivalentes à celles obtenues avec

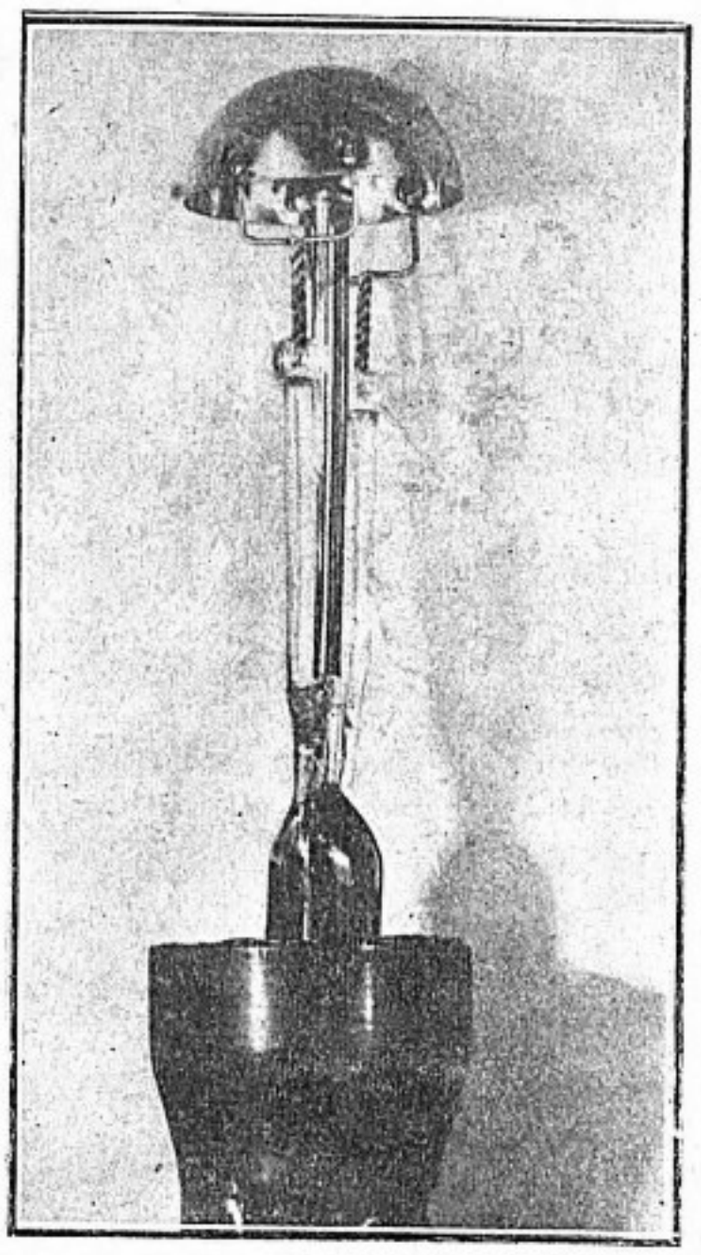


Fig. 285. — Support du filament d'une lampe à incandescence pour studio (*Lampe Soleil Elce.*)

l'arc ordinaire. L'avantage du rendu des teintes colorées dans le cas de l'arc à lumière jaune est caractéristique.

Comme l'émulsion utilisée dans les studios est actuellement, et tout naturellement, la même que celle dont on se sert pour la prise de vue à l'extérieur — c'est-à-dire l'émulsion orthochromatique — il devient facile de passer au rendu orthochromatique en lumière artificielle en substituant simplement des charbons dits « à lumière jaune » aux charbons ordinaires.

Avec le film panchromatique, les résultats obtenus ont été de même encourageants. Ce système d'éclairage panchromatique a l'avantage de pouvoir s'installer dans tous les studios existants, équipés avec des arcs électriques.

Le problème s'est donc trouvé ainsi résolu, du moins techniquement, car il faut bien dire que la plupart des studios s'éclairent encore au bel éclairage actinique riche en rayons violets et ultra-violets. En citant ces derniers rayons, nous ne parlerons pas de leur action néfaste et de l'influence plus ou moins mauvaise que présente l'éclairage à l'arc sur les yeux des artistes et très vraisemblablement sur le naturel de leur jeu. Il est bien évident que si nous voulions mentionner les effets physiologiques de l'éclairage des studios trop fameusement actinique, nous serions obligés de le condamner, mais nous le sacrifierons à quelle autre lumière? A celle précisément dont nous devons dire quelques mots pour que notre étude soit complète.

Loin d'être abandonnée en raison de sa faible portée, la lampe à incandescence revient sur

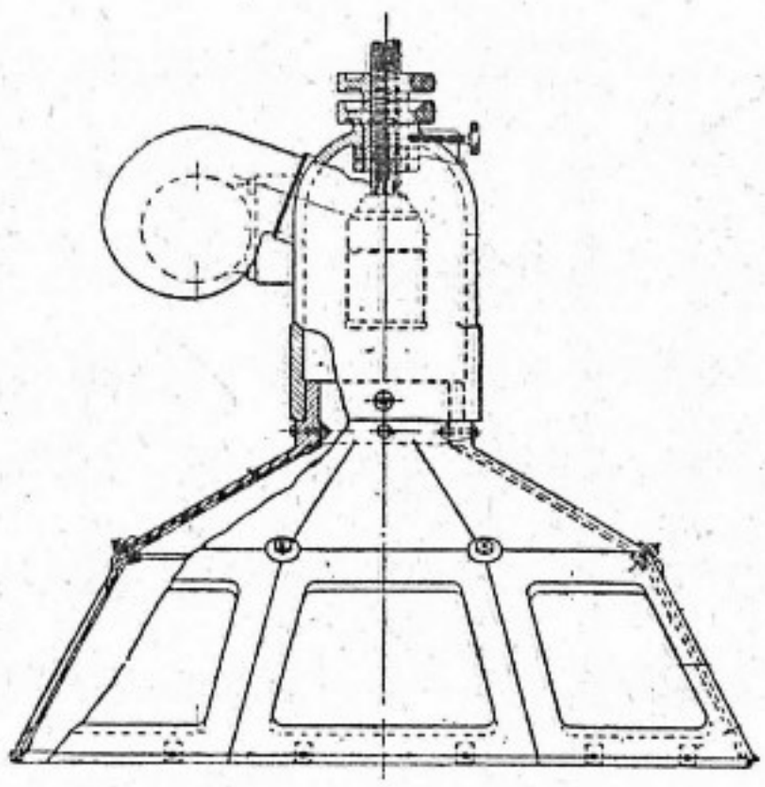


Fig. 286. — Coupe d'un réflecteur montrant, à gauche, le ventilateur. (Eastman Theatre, Rochester),

les rangs des sources d'éclairage actinique quand son filament, au lieu de brûler dans le vide, brûle dans un gaz inerte. Bien plus, quand sa température augmente par survoltage (fig. 284, B, C, D), le filament émet une certaine quantité des radiations qui manquent précisément à la lumière qu'il émet au voltage ordinaire. On a donc d'abord essayé de survolter la lampe à incandescence, mais une telle source est restée longtemps du domaine de l'expérience à cause de sa longévité réduite.

Un certain nombre de perfectionnements ont été apportés successivement qui ont abouti à la lumière actinique dite de haut rendement, dont les premiers résultats ont été pour le moins encourageants. Tout d'abord, un matériel spécial a été créé. Des réflecteurs spéciaux ont été établis et ce n'était pas là la moindre difficulté ; en raison des températures où elles sont portées dans le cas des lampes à incandescence, les sur-

faces réflechissantes ne peuvent être que des miroirs argentés, l'argenture étant protégée par un vernis résistant à la chaleur. Il est, d'autre part, toujours indispensable d'entraîner au fur et à mesure l'air chaud s'accumulant dans le réflecteur. On a donc construit des réflecteurs portant un système de ventilation. Le ventilateur doit tourner au ralenti quand la lampe est sous-voltée et en régime accéléré en période de survoltage. C'est sur ces données qu'a été établi l'Eastman Theater à Rochester (fig. 290 et 291).

Les lampes elles-mêmes, pour supporter convenablement les régimes différents auxquels elles sont soumises alternativement ont dû être l'objet de divers perfectionnements. La fig. 285

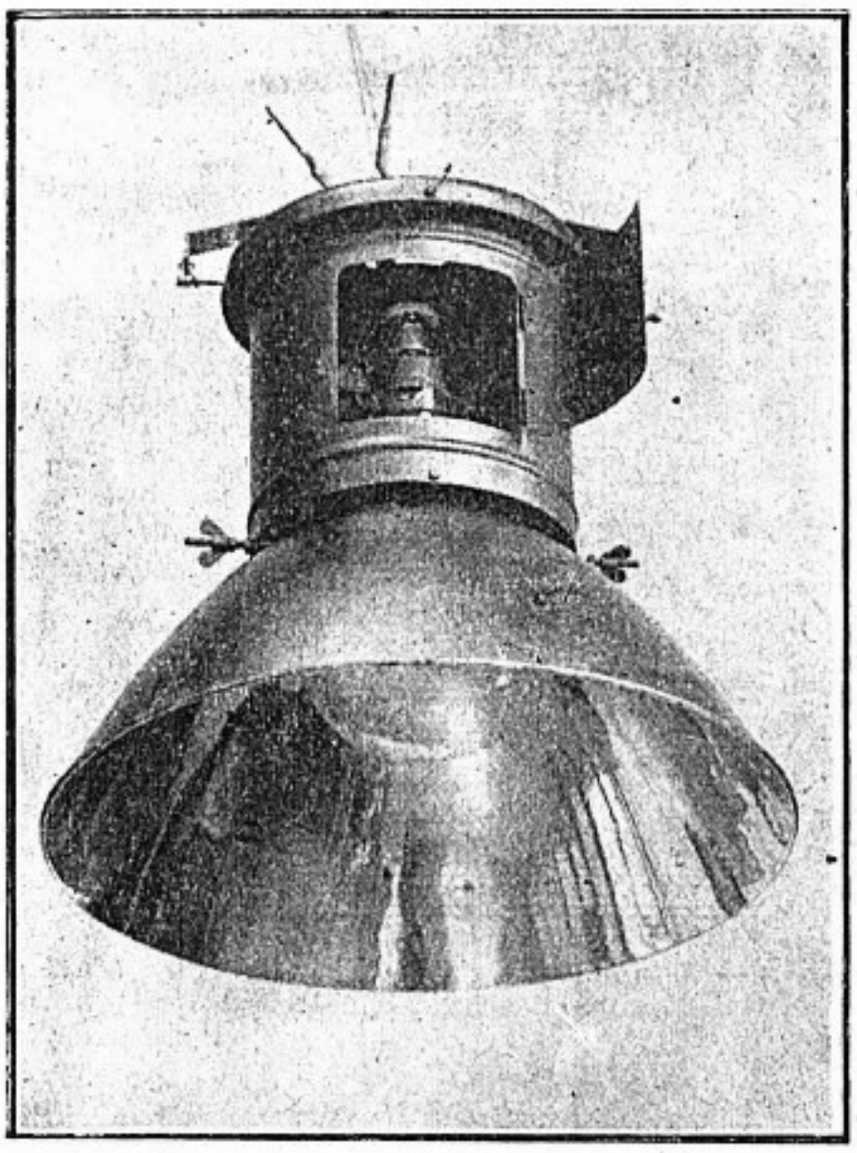


Fig. 287. — Montage d'une lampe en plafonnier.

montre le renforcement des attaches dont le but est d'éloigner le filament incandescent du point d'agraffage. Nous entendons par point d'agraffage, le point de contact du filament avec les électrodes purement conductrices, point toujours faible de la lampe, en raison même de sa mauvaise conductibilité. Ce dernier défaut est une cause fréquente de destruction pour les lampes.

Pour capter le maximum de rayons lumineux diffusés à l'avant de la lampe, dès leur émission et le plus près possible de leur point de génération, un petit miroir interne les réfléchit sur le miroir principal extérieur qui donnera la direction d'utilisation des rayons lumineux.

Un culot spécial à serrage concentrique et bloquage par écrou permet de réduire les risques de mauvais contacts et de diminuer ainsi l'échauffement des douilles et supports.

Pour que de telles lampes durent, le filament lui-même ne doit pas trop rapidement être détruit. Il devrait brûler dans un volume de gaz important, mais la dimension des globes serait excessive. En fait, le filament est placé dans un gaz inerte sous pression, de façon à obtenir sous un plus petit volume un même poids de gaz, donc un même volant thermique. Le gaz

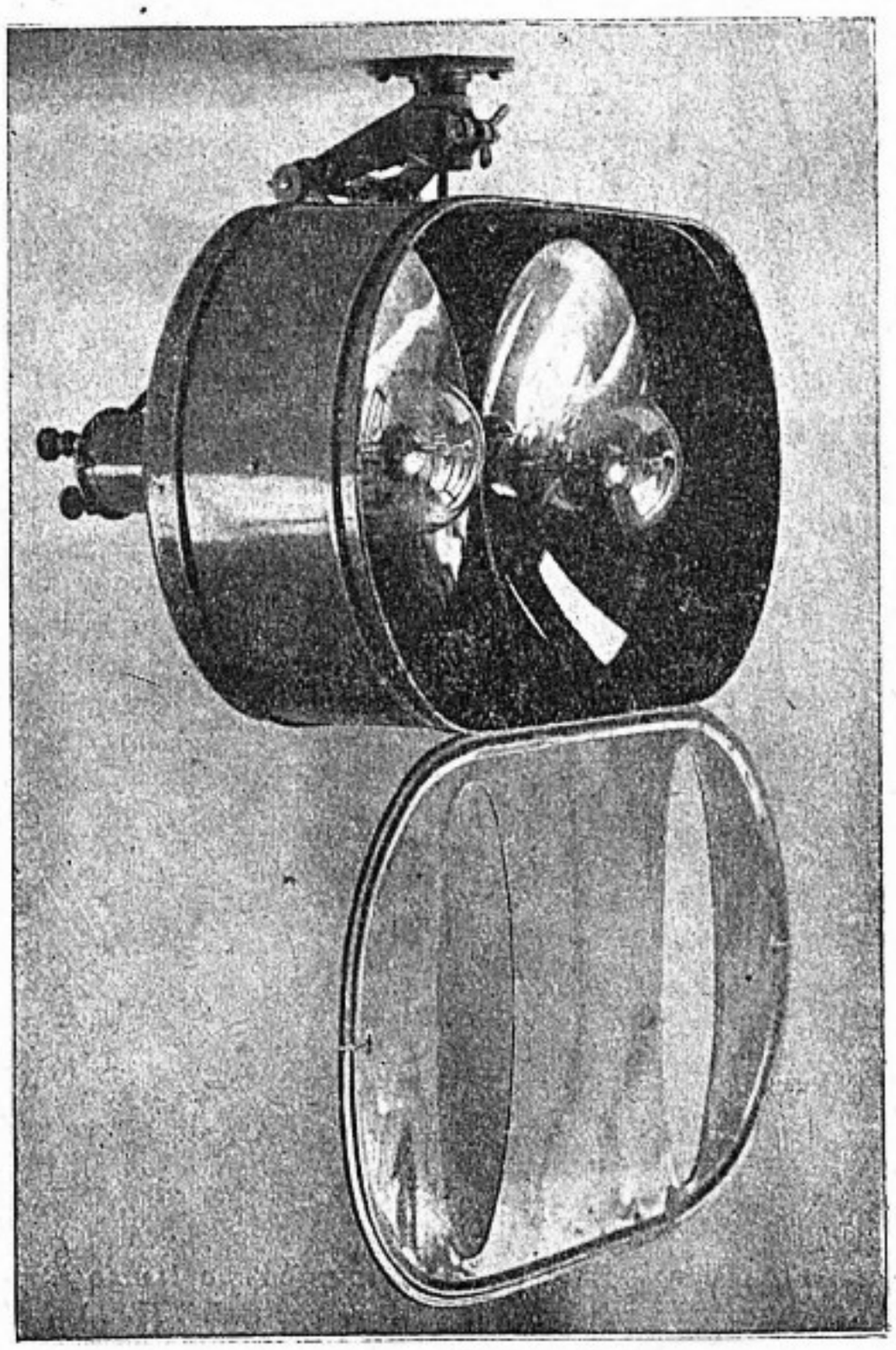


Fig. 288. — Projecteur à deux éléments
(Matériel électrique Brandt et Trouilleret)

ainsi compressé permet une radiation de calories vers l'extérieur bien plus importante que dans le cas du gaz non compressé ; de ce fait est évitée la sudation rapide du filament, c'est-à-dire la destruction par bombardement électronique.

La lumière émise par une telle lampe est fragmentable en intensité et en qualité. Sans effectuer aucune modification autre que celle du voltage, on peut passer d'un éclairage riche en rayons rouges (lampes sous-voltées) à un éclai-

rage plus riche en rayons violets (lampes survoltées). On peut donc choisir l'éclairage convenant à toutes les natures d'émulsions. Un simple inverseur, par un montage judicieux, peut permettre, sans l'intermédiaire d'une résistance, le dévoltage des lampes, autrement dit leur mise au ralenti, puis leur mise à plein feu pour la durée de la prise de vue, par exemple.

Ainsi, des lampes peu encombrantes et peu fragiles, d'une durée satisfaisante, montées sur un matériel très réduit, constituent des sources lumineuses manipulables avec peu de main-d'œuvre et sans précaution spéciale.

Sources lumineuses installables sans grandes dépenses sur les canalisations électriques courantes, ces lampes, qui fournissent une lumière économique, puisqu'elle est en totalité utilisable pour les émulsions

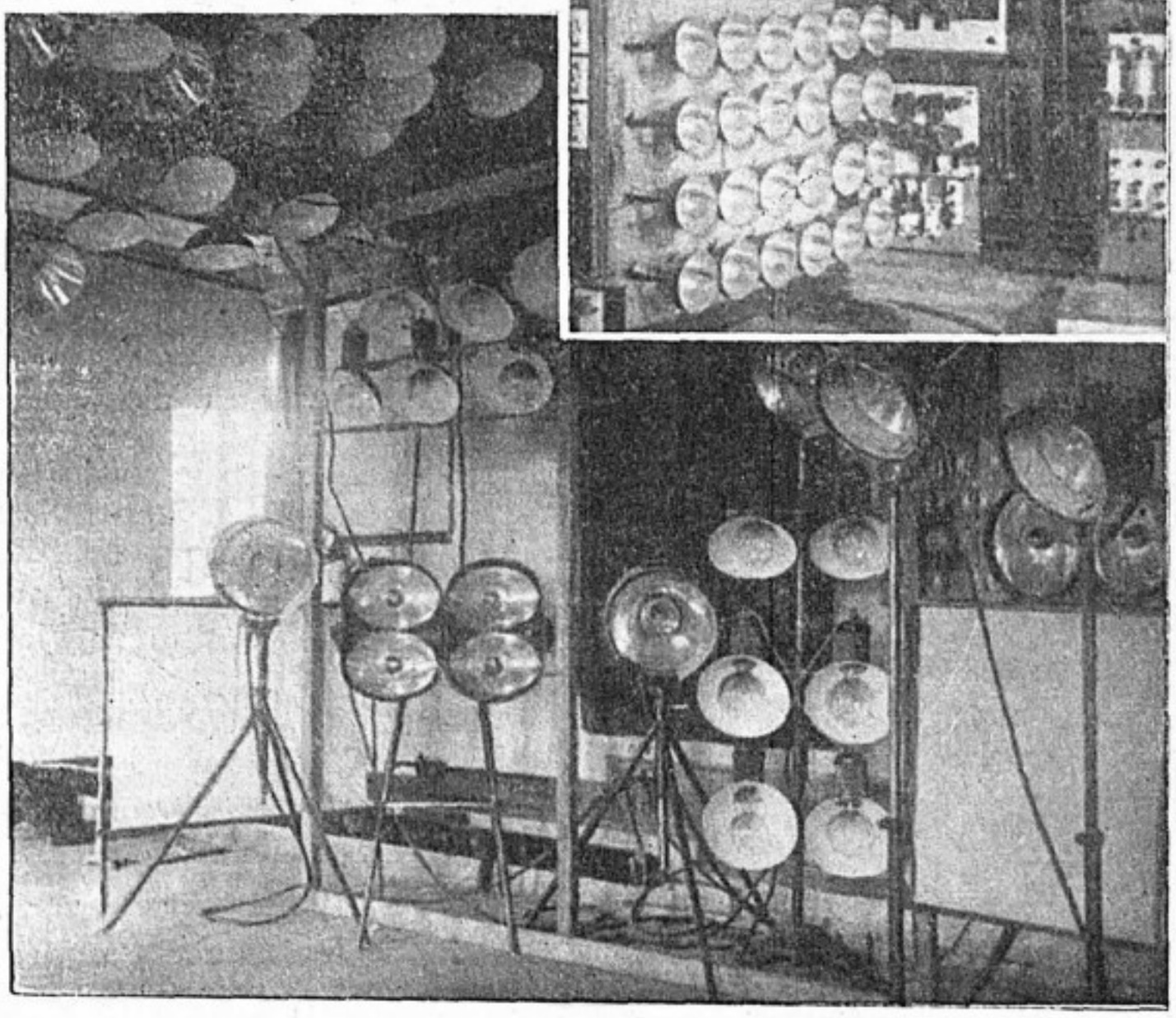


Fig. 289. — Pa neaux éclairants et projecteurs individuels .
(Studio cinématographique Keller-Dorian)

courantes, deviennent de jour en jour plus employées dans la photographie industrielle.

L'industrie cinématographique fera peut-être, dans peu de temps, appel à elles à cause précisément des intérêts nouveaux qu'elles présentent. Cette lumière, pratiquement exempte de rayons ultra-violets inutiles pour le film et nuisibles pour la vue, devient réglable et concentrable à volonté sans aucun danger — un peu de chaleur sur les sujets serait peut-être le seul inconvénient.

La constance du régime d'une telle lumière interviendra d'autant plus en leur faveur qu'elles constituent pour ainsi dire l'aliment complet qu'attendent les émulsions modernes de sensibilité complète.

Conclusion. — La comparaison des spectrogrammes disséminés dans le texte est difficile. Les courbes superposées qu'on verra plus

bas seront beaucoup plus significatives. Elles ont été groupées sur deux graphiques dont le premier se rapporte aux sources lumineuses pour film panchromatique et le second aux sources lumineuses pour film ordinaire.

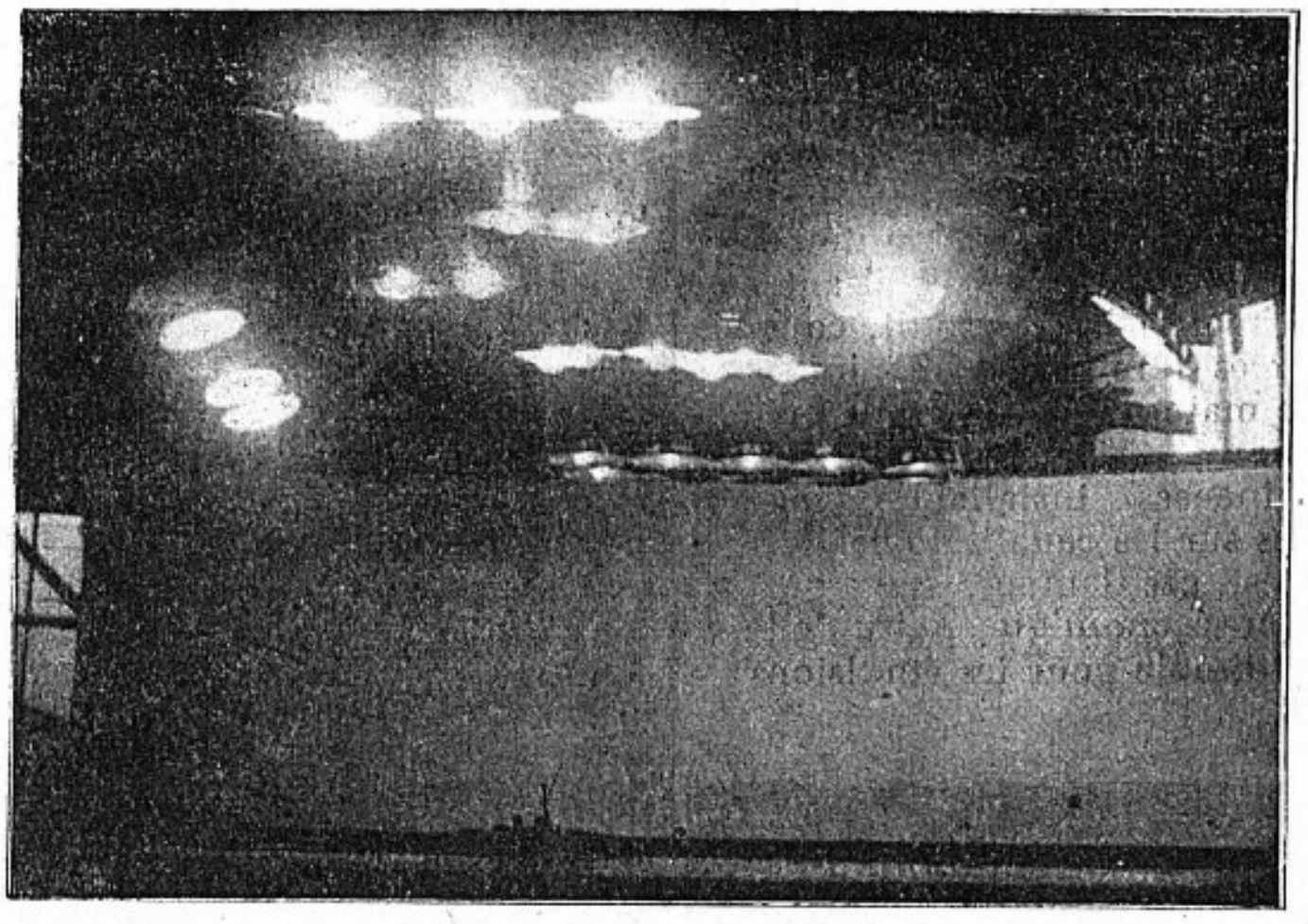


Fig. 290. — Studio éclairé par lampes à incandescence, pendant une prise de vue (décor en réduction).

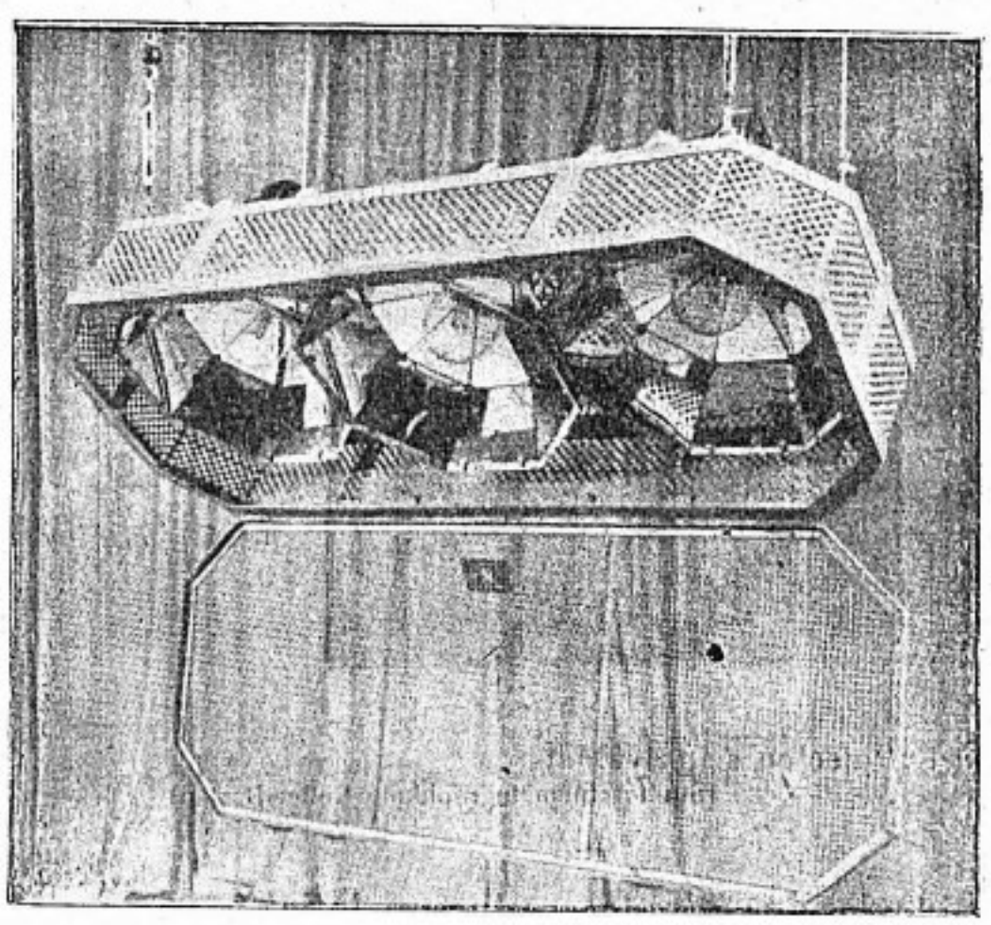


Fig. 291. — Un groupe de lampes vu en dessous
(Eastmann Théâtre Rochester)

Les conclusions qu'on tire confirment l'expérience :

1° Les arcs à flamme jaune et les lampes à incandescence survoltées constituent d'excellentes sources de lumière, disons panchromatique (c'est-à-dire suffisamment riches en rayons jaunes et rouges). Il est même intéressant de remarquer que ces sources sont plus riches en rayons rouges qu'en jaunes. En conséquence, il est plus rationnel de les utiliser pour impressionner une émulsion panchromatique qu'une émulsion simplement ortho.

2° Le spectre continu de l'arc ordinaire sur le deuxième graphique signale cette source satisfaisante pour les émulsions ordinaires ; ce fait est dû surtout à la richesse de cette lumière en rayons bleus et violets, le jaune n'intéressant que comme complément. L'adjonction d'un écran jaune supprimerait la plus grande partie de la puissance actinique d'une telle source.

La lampe à vapeur de mercure se révèle comme à peine orthochromatique en raison de ses raies en $\lambda = 546$ et 576-578.

Tableau comparatif de la valeur des diverses sources.

Tandis qu'on prend habituellement pour base pour la vision directe le maximum de sensibilité de l'œil, lequel est bien défini, nous prendrons comme base le maximum de sensibilité de la plaque photographique, lequel est loin de

concorder avec celui de l'œil ; mais parlant d'action de la lumière sur émulsion photographique, c'est bien l'émulsion qu'il faut considérer, car l'image cinématographique, en fait

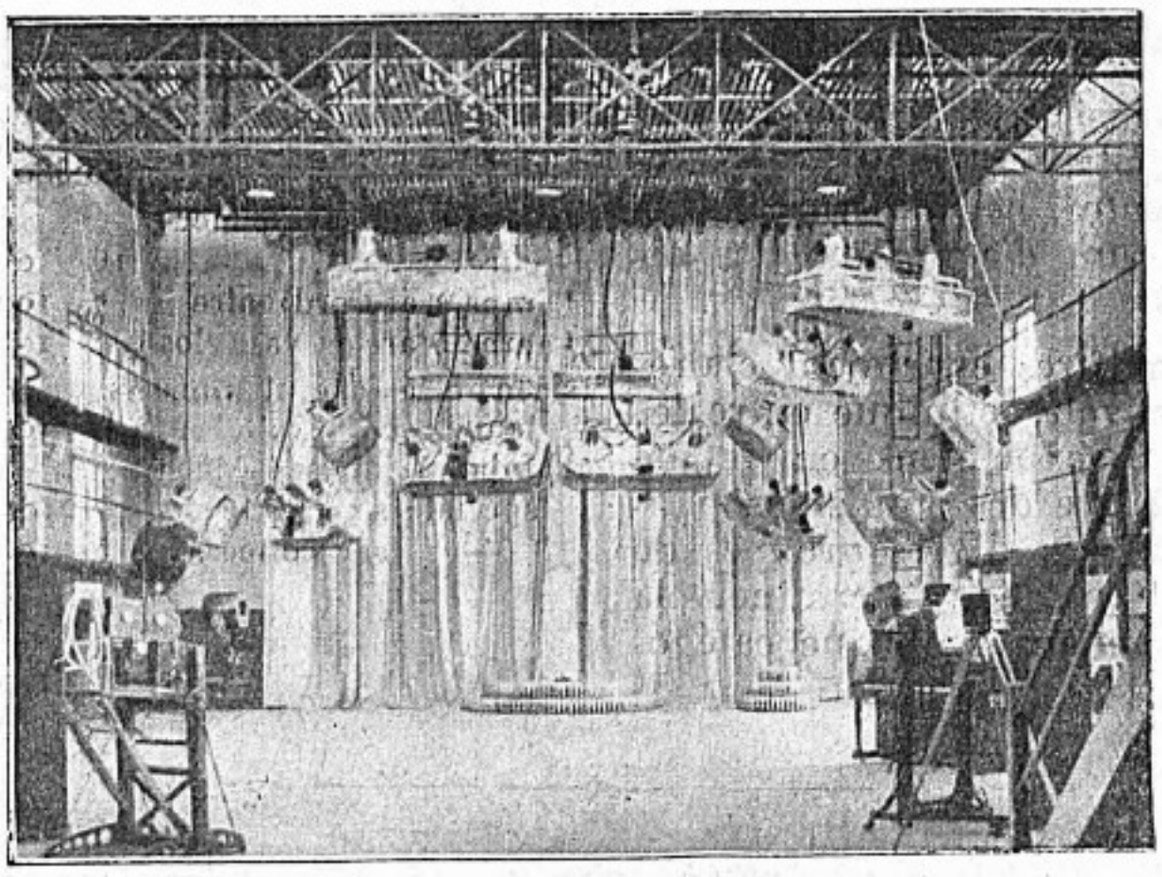


Fig. 292. — Vue générale d'un studio éclairé par des lampes à incandescence
(Eastman Théâtre, Rochester)

Les figures 286, 291 et 292 sont extraites de la Brochure le Film Panchromatique Eastman édité par Kodak S.A.F.

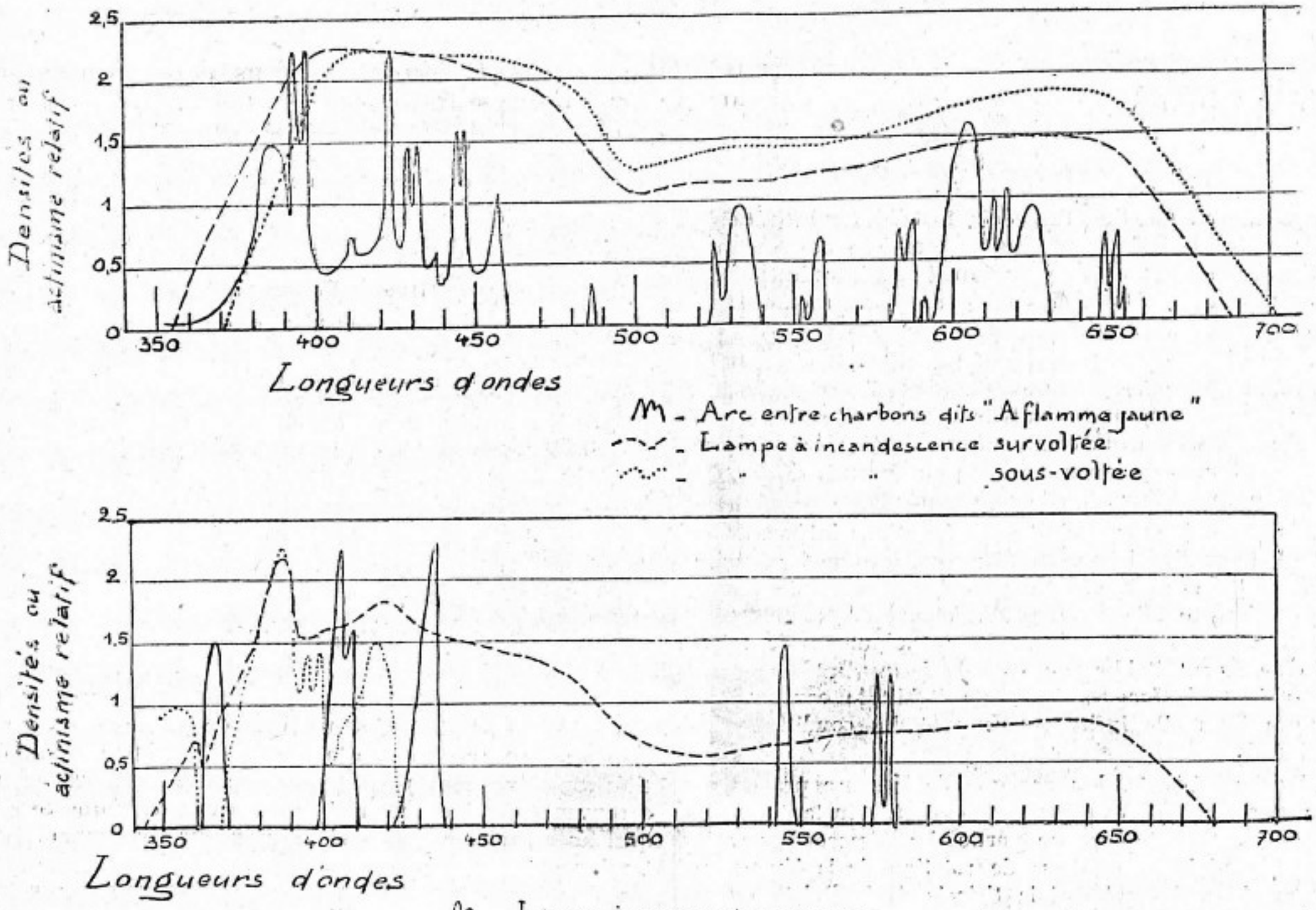


Fig. 293.

bien perçue par l'œil, résulte d'un enregistrement photographique des différences de luminosité du sujet.

Ce sont les valeurs actiniques des radiations qui font l'image, et ce sont celles-ci qu'il faut considérer.

Le maximum de sensibilité des émulsions photographiques étant situé entre les longueurs d'onde $\lambda = 38o$ et $41o$ m/m, ce point a été pris comme base et maximum d'actinisme des diverses sources.

Remarque. — Les chiffres expriment clairement le rapport de pouvoir actinique entre les diverses radiations. Ils expriment en même temps la sensibilité relative des émulsions panchromatiques actuelles, aux divers groupes de radiations, et permettent de déterminer la source d'éclairage convenant à chaque catégorie d'émulsion.

Nature des Sources lumineuses	*Groupes de Radiations considérées* Enregistrées par les émulsions ordinaires			Enregistrées par les émulsions Ortho.	Enregistrées par les émulsions Panchro.
	λ 360.380		λ 441.440	λ 540.580	λ 600.650
Lampe à vapeur de mercure	16	0	100	14	0
Lampe à arc ordinaire .	7	100	25	3	4
Lampe à arc en vase clos	7	100	10	0	0
Lampe à arc flamme jauue	2	100	100	3	20
Lampe à incandescence spéciale sous voltée .	5	100	100	16	35
— sur voltée . .	5	100	100	9	16

L. Didiée et R. Mauge.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences Septembre 1927). — *Théorie des Fonctions.* Précédemment, M. *J. -A. Lappo-Danilevski* avait obtenu l'expression explicite des substitutions du groupe de monodromie d'un système linéaire; il résout actuellement le problème inverse et obtient des expressions explicites des coefficients du système en fonction des coefficients des substitutions; ces formules, qui résolvent ainsi le problème de Riemann, contiennent toujours les hyperlogarithmes introduits antérieurement d'après Poincaré; elles sont convergentes dans le voisinage de la substitution identique.

Analyse. 1. Précisant un résultat qu'il avait récemment énoncé, M. *Riquier* montre comment la considération d'un système différentiel auxiliaire permet de ramener un système algébrique quelconque à un système algébrique de n équations à n inconnues; elle en fournit, de plus la résolution numérique.

2. M. *Léon Pomey* envisage des équations intégro-différentielles non linéaires et montre que, lorsque leur ordre intégral est assez élevé, elles possèdent des solutions qui existent dans tout le domaine d'existence des coefficients.

3. A l'aide des zéros d'une suite de polynomes de Tchebycheff on peut établir une formule de quadratures mécaniques dont M. *Jacques Chokhate* établit la convergence dans un intervalle infini (moyennant des conditions déterminées).

Mécanique Céleste. Les passages de Mercure présentent des avances et des retards par rapport aux instants calculés; on peut expliquer une partie des désaccords par la non-uniformité de la vitesse de rotation de la Terre; on peut aussi se demander si la théorie de la Relativité ne rend pas compte de ces désaccords. M. *Jean Chazy* montre la difficulté de la question et l'intérêt que présenterait une observation précise du prochain passage au point de vue précédent.

Mécanique. Pour trouver la fatigue due à un effort tranchant s'exerçant sur une poutre prismatique, la Résistance des Matériaux s'appuie sur des hypothèses qui ne sauraient être exactes; M. *T.-J. de Sèze* reprend la question dans un cas particulier du problème de Saint-Venant. La théorie de l'Elasticité permet alors de contrôler les formules de la Résistance des Matériaux; dans certains cas il serait imprudent d'appliquer ces dernières.

Physique mathématique. 1. M. *Raoul Ferrier* montre comment on pourrait concilier avec l'expérience la théorie du champ électrique moléculaire : il faut faire intervenir l'ampérien et introduire une infinité de singularités libres; l'existence d'un second électron n'est d'ailleurs pas nécessaire. — Quant à la valeur moyenne de l'ampérien, elle est nulle, ce qui explique qu'elle échappe aux mesures directes.

2. MM. *F. Gonseth et G. Juvet* poursuivent leurs recherches récentes sur le rattachement des théories électromagnétiques actuelles à un Univers à cinq dimensions. Leurs résultats ressortissent à la mécanique ondulatoire macroscopique.

René Garnier.

Électricité

Méthode résolvant les problèmes de maximum dans le calcul des réseaux. — Etant donné l'expression d'un courant (ou tension, etc.) en fonction de quantités complexes représentant les constantes d'un circuit, on a souvent besoin de déterminer la valeur de l'une de ces qualités complexes qui rend la grandeur du courant (ou tensión, etc.) maximum ou minimum. En général, on calcule d'abord la valeur absolue de l'expression considérée, puis on cherche son maximum ou minimum à la manière habituelle.

Par exemple, considérons le réseau de la fig. 294 et proposons-nous de trouver le couplage qui donne au courant

secondaire la plus grande valeur. A partir des équations du réseau, on trouve sans difficulté.

$$i_2 = -\mu e Z_c \frac{Z_m}{Z_0 Z_1 (R + Z_c) + Z_0 Z_c R - (R + Z_c) Z_m^2} \quad (1)$$

La méthode directe pour trouver la valeur de Z_m qui rend i_2 maximum est de calculer le module de i_2 (en remplaçant Z_1 par $r_1 + j.x_1$, Z_c par $- j.x_c$, Z_0 par $r_2 + j.x_2$ et Z_m par $j.x_m$), d'égaler à o sa dérivée par rapport à $x_{\mathfrak{m}}$ et de résoudre cette équation en $\mathfrak{m}$. Les calculs sont extrêmement fastidieux et conduisent à la formule suivante :

$$\mathfrak{m}_m^2 = (r_2^2 + \mathfrak{m}_2^2) \left[r_1^2 + \mathfrak{m}_1^2 + \frac{R^2 + \mathfrak{m}_c^2}{R^2 \mathfrak{m}_c^2} \left(1 - \frac{2\mathfrak{m}_1}{\mathfrak{m}_c} + \frac{2r_1}{R} \right) \right] (2($$

dont le sens physique n'apparaît guère.

M. W. Van B. Roberts propose une solution beaucoup plus aisée et plus instructive du même problème, basée sur les considérations suivantes. Soit f (z) une fonction analytique quelconque de la variable complexe z (et on ne rencontrera pas d'autre espèce de fonction dans la théorie ordinaire des réseaux). Lorsqu'on fait varier z d'une certaine manière, f (z) décrit une courbe dans le plan complexe. La fig 295 représente un arc d'une telle courbe présentant un maximum du module de f (z). Aux environs du

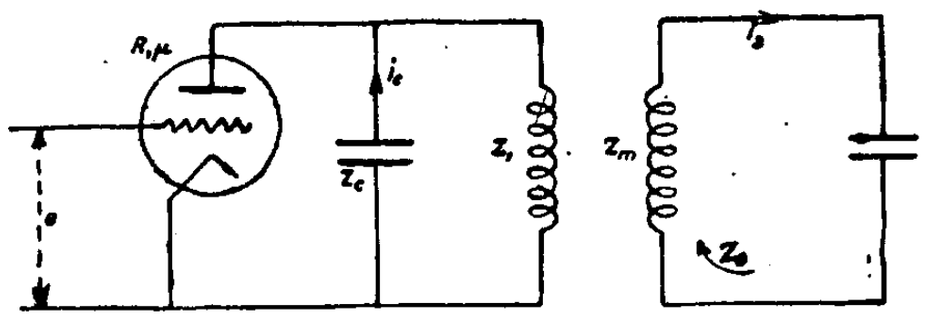


Fig. 294

point correspondant, une petite variation de z déplace le point représentatif de f (z) dans une direction perpendiculaire au rayon vecteur issu de l'origine. Or, la variation de f (z) est f' (z) dz, et par suite, considérant les vecteurs représentatifs de ces diverses quantités complexes, la condition pour que le module de f (z) soit maximum ou minimum est simplement que le vecteur f' (z) dz soit perpendilaire au vecteur f (z).

On n'aura le plus souvent à utiliser que deux formes particulières de cette relation générale, car dans les problèmes de réseaux, dz est ordinairement soit une quantité réelle (telle que la variation de résistance d'un élément du circuit) soit une imaginaire pure (telle que la variation de réactance d'un élément). Dans ces deux cas nous trouvons les conditions particulières suivantes :

f' (z) doit être perpendiculaire à f (z), si dz est réel (3);

f' (z) doit être parallèle à f (z), si dz est une imaginaire pure.

Ceci peut encore se mettre sous la forme plus utilisable suivante :

la partie réelle de f (z) : f' (z) doit être nulle si dz est réel (5);

la partie imaginaire de f (z) : f' (z) doit être nulle si dz est une imaginaire pure (6).

Revenant maintenant au problème posé en commençant, nous voyons que i_2 est de la forme :

$$i_2 = \frac{Z_m}{A - BZ^2_m} \quad (7)$$

où A et B sont des constantes complexes. Dans le réseau représenté par la figure 1, Z est une réactante pure, de sorte que dZ est imaginaire pure, et la condition 6 est applicable. Par suite, la partie imaginaire de

$$\frac{i_2}{di_2/dZ_m} \text{ ou bien } \frac{\dfrac{Z_m}{A - BZ_m^2}}{\dfrac{A + BZ_m^2}{[A - BZ_m^2]^2}} \text{ ou bien } \frac{A - BZ_m^2}{A + BZ_m^2} Z_m$$

doit être nulle.

Pour trouver la valeur de Z_m qui satifait à cette condition, on remplace A par $a + j\alpha$, B par $b + j.\beta$ et Z_m par $j.x_m$. On annule la partie imaginaire de l'expression résultante et on trouve tout de suite que

$$\mathfrak{m}_m^2 = \frac{|A|^2}{|B|^2}.$$

Remplaçant A et B par leurs expressions développées conformément à l'équation (1), cette relation devient :

$$|Z_m|^2 = |Z_0| \times \left| Z_1 + \frac{RZ_c}{R + Z_c} \right| \quad (8)$$

Cette solution est identique à celle que fournit l'équation (2), comme on peut s'en assurer en remplaçant les

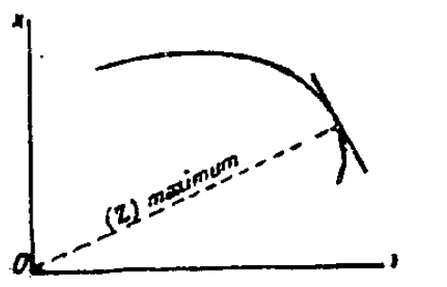


Fig. 295

valeurs absolues par leurs expressions en fonction des quantités figurant dans l'équation (2). Elle donne toutefois de la condition de maximum une image physique beaucoup lus simple que l'équation (2). Le dernier facteur est évidemment le module de l'impédance d'un circuit comprenant Z_1 en série avec l'ensemble (R, Z_c) en parallèle. Appelons-le pour un moment « le circuit de la génératrice ». On reconnait de suite que $|Z^m|^2 : |Z_0|$ est le module de l'impédance introduite dans le circuit de la génératrice par la présence d'une charge au secondaire; appelons-le « impédance de la charge ». L'équation (8) nous apprend alors simplement que pour faire débiter dans la charge la puissance maximum, il faut égaler, en module, l'impédance de la charge et l'impédance de la génératrice, condition d'un type tout à fait familier.

On voit par cet exemple, et il est facile de le vérifier sur d'autres, que la condition de maximum obtenue par cette méthode est une forme plus compacte et sa signification physique est évidente.

P. Abadie.

T. S. F.

Étude sur la propagation des ondes courtes. — L'emploi des ondes courtes pour les radiocommunications, après avoir suscité un vif enthousiasme, a donné lieu à des controverses variées. Si des communications à grande distance ont été réalisées sur les ondes courtes avec des puissances beaucoup plus faibles qu'avec les ondes longues, il n'en est pas moins vrai que l'on a constaté bien des irrégularités. Il peut donc être intéressant de noter les résultats obtenus par la General Electric Company qui a entrepris sur la question des essais systématiques.

Ces essais furent réalisés à différentes puissances sur 32,8, 65,2, 109 et 140 mètres. Nous ne donnerons pas de détail sur les appareils de réception et d'émission. Disons

seulement qu'à l'émission, la fréquence était stabilisée à l'aide d'un quartz. Quatre observateurs étaient placés à des intervalles d'environ 100 km. vers l'ouest de Schenectady sur la ligne joignant cette dernière localité à Buffalo. Le récepteur était du genre superhétérodyne. Pour chaque longueur d'onde, les essais durèrent deux semaines; la première, les essais furent faits de midi à minuit, la deuxième de minuit à midi. De plus, pour comparer la transmission de la téléphonie et des ondes entretenues, des messages furent transmis à des intervalles convenus et successivement avec des puissances de 150, 500, 2.000 watts. Les observateurs à l'écoute essayaient de reproduire le plus exactement possible les messages transmis. Voici, brièvement résumés, les résultats des essais.

L'onde de 32.8 m. est inutilisable pour les distances envisagées par suite de la zone de silence. Jusqu'à 50 km. le signal diminue d'intensité, mais reste audible; ensuite il s'affaiblit, devient inaudible et il faut couvrir environ 500 km. pour le retrouver, fort d'ailleurs. Donc, cette longueur d'onde ne convient pas pour les communications aux courtes distances. Notons en passant que les messages télphoniques furent remarquablement bien entendus en Australie.

Avec l'onde de 65 m. 2, la zone de silence disparaît à peu près complètement. A 100 et 200 km., la réception fut meilleure le jour que la nuit. Ce résultat inattendu fut attribué à l'influence plus grande des évanouissements pendant la nuit. Au-delà de ces distances, la transmission de nuit marque une légère supériorité sur celle de jour. Quant à la téléphonie, il semble qu'une puissance de 500 watts soit suffisante pour assurer une bonne compréhension jusqu'à 200 km.

Des troubles atmosphériques intenses eurent lieu pendant les essais sur l'onde de 109 m. Cependant, en se basant sur les réceptions pendant les périodes de calme, on a pu dire que les résultats obtenus sur 100 et 200 km. furent du même ordre que ceux obtenus sur la longueur d'onde précédente. En somme, il y a peu de différence entre ces deux ondes; cependant sur des distances faibles les évanouissements se font plus sentir sur la longueur d'onde la plus courte.

Pour l'onde de 140 m. à 100 et 200 km., par suite des évanouissements, les réceptions de nuit furent plus mauvaises que celles de jour. A 300 et 400 km., l'effet est inversé, de sorte que la réception de nuit est meilleure qu'à 100 et 200 km. L'affaiblissement est de beaucoup plus marqué que pour les ondes les plus courtes précédentes. De sorte qu'au-delà de 200 km. on ne peut utiliser l'onde de 140 m., pour un service économique de jour. En deçà, les résultats sont très satisfaisants.

Il ne faudrait pas cependant trop généraliser ces conclusions, car les essais n'ont pas tenu compte des variations saisonnières, ni de la nature de l'espace environnant l'émetteur. Or, ce sont là deux facteurs importants dans l'étude de la propagation des ondes courtes.

P. ABADIE.

Chimie physique

La rigidité des solutions colloïdales. — On parvient, on le sait, à la notion de rigidité, par la considération d'un cube solide élastique dont une face est maintenue, tandis que la face opposée est sollicitée par une force tangentielle. Le cube subit une déformation, puis en vertu de son élasticité, reprend ses dimensions initiales lorsque la force a cessé d'agir. On appelle module de rigidité la force qui appliquée à un cube de dimension unité, lui impose la déformation unité.

Dans un milieu parfaitement élastique, la rigidité ne varie pas avec le temps, et par suite, une déformation donnée ne se maintient que sous un effort constant. Lorsqu'il s'agit d'une substance transparente, telle que la gélatine, la déformation s'accompagne de biréfringence.

La rigidité caractéristique de l'état solide n'appartient pas aux liquides normaux, qui ne peuvent ni subir de déformation, ni présenter de biréfringence. Mais il n'en est pas de même pour un certain nombre de liquides, reconnus comme des solutions colloïdales.

A l'occasion d'une conférence devant la Royal Institution, en mars dernier, Emil Hatscheck (1) a rapporté les données personnelles qu'il a acquises sur la question.

Hatschek s'est attaché à vérifier directement l'hypothèse de Freundlich, selon laquelle les solutions colloïdales seraient douées à la fois de viscosité et de rigidité.

Il a montré que si l'on communique un mouvement de rotation à une solution d'oléate d'ammonium fraîchement préparée, elle vient progressivement au repos, comme un autre liquide, mais ensuite tourne « à reculons ».

Reprenant les mesures faites sur la gélatine, par Schwedoff en 1899, puis par Rohloff et Schuyo en 1907, Hatscheck a placé le liquide à étudier entre deux cylindres concentriques, le cylindre extérieur étant fixe, tandis que le cylindre intérieur, suspendu par un fil, est mobile autour de son axe.

Si, au sein d'un liquide qui n'est que visqueux, le fil se trouve tordu, il est suivi par le cylindre suspendu jusqu'à ce qu'il ait perdu sa torsion. Mais si le liquide présente en outre de la rigidité, le cylindre tourne moins que le fil et s'arrête dans une position où la rigidité de la gaine liquide équilibre la torsion. De la connaissance des deux angles de rotation et des constantes de l'appareil, on déduit le module de rigidité.

Pour les liquides étudiés, oléate d'ammonium, gélatine, benzopurpurine, etc., on a trouvé des modules de rigidité très petits, qui ne sont par centimètre carré que de l'ordre du milligramme, tandis que ceux des gelées à 10 ou 20 o/o de gélatine sont d'environ 100 grammes, et que ceux des métaux se chiffrent par tonnes. Tous ces liquides ont acquis, en cours d'expérience, une biréfringence accidentelle qui, par chauffage, a disparu en même temps que la rigidité.

Aux vitesses très basses, correspondant à une révolution de l'appareil en plus d'une semaine, les viscosités extrêmement accrues valent environ 100.000 fois celles de l'eau. D'après ces expériences, une rotation suffisamment lente ferait croître au-delà de toute limite les viscosités des solutions colloïdales.

Les solutions colloïdales paraissent se comporter toutes de manière analogue, même lorsqu'elles sont chimiquement très différentes. En particulier, elles perdent les unes et les autres leur rigidité aux environs de 40°. Selon Hatschek, il faudrait chercher l'origine de cette similitude dans les propriétés spéciales de l'eau, facteur commun de toutes les solutions.

Hatscheck signale encore qu'il est possible de modifier la viscosité d'un liquide normal, en y réalisant une suspension de particules microscopiques. En 1916, en collaboration avec Edith Humphrey, il a montré que des suspensions d'amidon de riz dans un liquide de même densité présentent des viscosités qui varient avec le gradient de vitesse, exactement comme le font les viscosités des solutions colloïdales.

Hatscheck fait observer que, tandis que, sous pression

(1) *Nature* (de Londres), 11 juin 1927.

élevée, les solides s'écoulent comme les liquides, les solutions colloïdales, soumises à des efforts très faibles, se rapprochent des solides, en manifestant de la rigidité et en acquérant une viscosité énorme. Beaucoup de solutitons colloïdales passent de manière continue à l'état de gelées, lesquelles, dans de certaines limites, se comportent plus ou moins comme des solides élastiques. Les système colloïdaux se présenteraient donc comme une transition remarquable entre l'état solide et l'état liquide.

Hatschek souligne l'intérêt de ces résultats du point de vue de l'économie des organismes vivants, chez lesquels les propriétés de l'état colloïdal jouent un rôle si important.

S. V.

Médecine

Traitement du coryza aigu par la diathermie. — Un médecin d'Athènes, le Dr Tsinoukas, a eu l'idée d'utiliser la diathermie, c'est-à-dire la chaleur produite par les courants de haute fréquence, pour traiter le coryza. Il était logique, en effet, de penser qu'en déterminant une légère élévation de température dans les fosses nasales on pourrait faire cesser la sécrétion des glandes de la muqueuse pituitaire et décongestionner cette muqueuse. Le Dr Tsinoukas a constaté qu'en effet un courant faible de 200 à 300 milliampères passant entre deux grosses électrodes métalliques appliquées sur la peau, de chaque côté du nez, le coryza le plus aigu se dissipe très rapidement, puisque les malades se déclarent guéris après une application de diathermie de vingt minutes. (*Paris Médical*, 11 juin 1927).

M. H. Bordier, qui vient de rapporter les excellents résultats obtenus par le Dr Tsinoukas, et qui a lui-même traité de nombreux cas de coryza avec un égal succès, a perfectionné la technique primitive en se servant d'une électrode bipolaire spécialement étudiée pour s'adapter à tous les nez. Il a observé qu'au cours de la séance de diathermie, la guérison est annoncée par la difficulté de plus en plus grande qu'éprouve le malade à supporter la sensation de chaleur; à mesure que l'application se prolonge on doit diminuer l'intensité du courant.

Après le traitement, les malaises, bien connus, du coryza ont disparu : la respiration nasale est devenue facile, le malade n'éternue plus et la sécrétion des glandes de la pituitaire est tarie. Seul persiste le timbre spécial de la voix, mais le gonflement de la muqueuse nasale diminuant très vite, la voix redevient normale dès le lendemain de la séance. Le plus souvent une seule application suffit, mais on obtient un résultat « bien meilleur et plus complet », dit M. H. Bordier, « si le malade est soumis à deux ou trois reprises à l'action de la d'Arsonvalisation diathermique ».

A. B.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Chimie

La présence du mercure dans le goudron de houille. — W. Kirby, de la South Metropolitan Gas Company, signale (1) qu'il a été amené à constater la présence de mercure dans les huiles légères provenant de la distillation du goudron de houille.

La distillation sépare d'une phase solide un distillat qui passe dans une série de condenseurs maintenus à des températures de plus en plus basses, où se déposent successivement l'huile d'anthracène, l'huile de créosote et les huiles légères.

Lorsqu'on démonte les alambics, il se trouve toujours du mercure dans le serpentin du condenseur des huiles légères. Dans un piège adapté à la partie inférieure du condenseur, le mercure recueilli après une première expérience, d'une durée de six mois, a représenté environ 1/7.000.0000 du goudron mis en œuvre. Dans des expériences ultérieures, où les prélèvements étaient hebdomadaires, la proportion s'est élevée à 1/1.500.000.

Kirby fait observer que ces chiffres représenteraient des sous-estimations, car vraisemblablement le mercure vaporisé tendrait aussi à se condenser dans les condenseurs à anthracène et à créosote où en fait, on ne le récupère jamais. Il suggère la possibilité de la dispersion colloïdale du mercure dans les huiles lourdes, phénomène qui serait favorisé par sa condensation en quantité minuscule en présence de volumes d'huile considérablement plus grands.

Le mercure du goudron est brillant, sans ternissement. Toutefois, si on tarde à le prélever, on le trouve habituellement associé à des quantités variables d'oxyde mercurique.

Kirby s'est demandé si, à partir de cette origine, le mercure aurait une constitution isotopique différente de celle du mercure ordinaire, et il a prié le professeur Aston d'en soumettre un échantillon à la spectrographie de masse. L'examen a été entièrement négatif. De ce point de vue, rien ne distingue ce mercure du mercure ordinaire.

D'après Kirby, le mercure trouvé dans le goudron pourrait provenir de cinabre qui serait dispersé dans la houille, ou encore serait susceptible de se trouver dans la houille associé à une matière bitumeuse.

S. V.

(1) *Chemistry and Industry*, 6 mai 1927.

Agronomie

Sur l'emploi de la farine de poisson et de l'huile de foie de morue dans l'élevage du porc. — Il résulte d'expériences effectuées en Allemagne, que les porcelets de 2 à 3 mois élevés en hiver avec une alimentation composée de betteraves fourragères, de maïs concassé et de farine de soya avec addition de phosphate de chaux et de cendres de poisson, présentent un développement anormal avec arrêt de la croissance (*Rev. internat. de renseignements agricoles*, 1927).

Il a suffi de faire absorber en plus à chaque animal 150 gr. de farine de harengs ou 15 gr. d'huile de foie de morue par jour pour prévenir le rachitisme et pour voir les porcelets reprendre rapidement une croissance normale.

A. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 17 octobre 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *E. Lainé* (prés. par M. Goursat). — **Sur les équations aux dérivées partielles du second ordre de la forme $s = p\,\varphi\,(x, y, z, q)$ qui sont de la première classe.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Stefan Kempisty* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur l'intégrale (A) de M. Denjoy.**

— *Georges Alexits* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur la divergence des séries de Fourier de fonctions continues**

— *N. Potdiaguine* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur les fonctions croissantes régulières.**

GÉOMÉTRIE. — *P. Vincensini.* — **Sur les congruences à surface moyenne plane.**

ALGÈBRE. — *Ch. Riquier.* — **Sur la résolution numérique des systèmes d'équations algébriques entières à un nombre quelconque d'inconnues.**

HYDRODYNAMIQUE. NAVIGATION. — *F.-E. Fournier.* — **Sur la résistance horizontale de l'eau à la translation des carènes.**

ASTRONOMIE. — *Antonio Cabreira.* — **Schémas algébriques des dates des phases lunaires et de l'horaire des marées relatives.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *E.-M. Antoniadi* (prés. par M. H. Deslandres). — **Sur la rotation de la planète Mercure.**

Les observations faites avec la lunette de 0 m. 83 de Meudon ont confirmé la remarquable découverte de Schiaparelli montrant que la durée de rotation de Mercure égale la durée de sa révolution. Mais, dans la lunette de Meudon, la planète se présente très différente de ce que pouvait distinguer Schiaparelli : au lieu d'un enchevêtrement de bandes brunâtres, elle a un aspect tacheté, avec des ombres et des demi-tons sur un fond jaune, légèrement cuivré. Les principales taches foncées signalées par Schiaparelli, se sont montrées plus étendues en raison de la diffraction restreinte dans le grand objectif.

OPTIQUE INSTRUMENTALE. — *G.-W. Ritchey* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur un type de télescope photographique vertical fixe, avec cœlostat, à rapports focaux interchangeables.**

Le télescope décrit par l'auteur permet à l'observateur de travailler dans tous les genres de photographie astronomique directe et d'exécuter la plupart des travaux astrophysiques avec toute la commodité et tous les perfectionnements possibles d'un laboratoire fixe, maintenu à température constante.

SPECTROSCOPIE. — *Léon* et *Eugène Bloch* (prés. par M. Villard). — **Spectres d'étincelles d'ordre supérieur du soufre et du sélénium.**

La méthode indiquée a permis de séparer nettement, dans le cas de ces deux métalloïdes, le spectre d'étincelle du spectre d'arc et de reconnaître dans le premier deux degrés d'excitation successifs correspondant très probablement à S II et S III d'une part, Se II et Se III de l'autre. Un tableau donne les listes de raies d'étincelles, toutes très intenses, appartenant aux quatre spectres signalés.

THERMOCHIMIE. — *W. Swietoslawski* et *A. Dorabialska* (transm. par M. Ch. Moureu). — **Micro-calorimètre adiabatique pour recherches radiologiques.**

L'appareil, que les auteurs décrivent à l'aide d'une figure, et dont ils indiquent le mode de fonctionnement, permet d'obtenir des mesures directes et exactes. Ils pensent qu'il pourra être utilisé non seulement dans le domaine de la radiologie, mais aussi dans celui de la biologie et en général pour toutes mesures d'effets thermiques continus.

ÉLECTROCHIMIE. — *Vasilesco Karpen* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur des piles à électrodes identiques inaltérables.**

Dans cette Note, l'auteur décrit les résultats qu'il a obtenus avec une pile analogue à celle qu'il a présentée en 1926 à la Société française de Physique, et qui était formée par une solution saturée de soude caustique, dans laquelle plongeait entièrement une lame de platine constituant l'électrode négative, tandis qu'une lame identique n'était que partiellement immergée et constituait l'électrode positive.

— *René Audubert* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'effet de soupape présenté par une anode au silicium et son mécanisme.**

Une cellule électrolytique possédant une conductibilité unilatérale (effet de soupape) est réalisée en associant à une électrode indifférente un métal donnant lieu par polarisation anodique à une couche de passage à haute résistance. Une anode de silicium, utilisée soit à l'état pur, soit à l'état d'alliage dans un électrolyte quelconque : acide ou alcalin, présente cette propriété à un très haut degré. Les résultats des expériences sont exposés au moyen de graphiques et conduisent à admettre que l'effet de soupape d'une anode est lié à un processus d'oxydation-réduction.

RADIOACTIVITÉ. — *C. Chamié* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur l'existence de groupements d'atomes de radio-éléments dans les solutions acides et sur les surfaces activées par l'émanation**

Les expériences ont porté : 1° sur la répartition des radio-éléments après évaporation des solutions acides; 2° sur les radioéléments en solutions acides non évaporées à sec; 3° sur la répartition du dépôt actif sur une lamelle exposée à l'émanation.

Elles ont montré l'exactitude du principe conçu par l'auteur sur l'existence des groupements d'atomes de radioéléments. Le mercure reçoit par les procédés d'activation employés, des atomes radioactifs déjà associés en agrégats qu'il absorbe sans les dissocier en atomes individuels.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Jean Cournot* et *Jean Bary* (prés. par M. L. Guillet). — **Sur l'emploi des dépôts électrolytiques de cadmium pour la protection des métaux et alliages contre la corrosion.**

Le recouvrement électrolytique de cadmium possède un avantage considérable sur le nickelage, ce dernier dépôt étant toujours plus ou moins poreux; toutefois il présente deux graves inconvénients : 1° le manque de dureté et la perte rapide du « brillant ».

Le dépôt cadmium-nickel a été essayé comparativement au dépôt cuivre-nickel : le premier, dans un brouillard d'eau salée a montré un début d'oxydation après 19 heures, et le second après 7 heures seulement.

La présence du cadmium dans les bains de nickelage, soit sous forme d'anodes, soit sous forme de pièces recouvertes elles-mêmes de cadmium, améliore la couche de nickel en augmentant le brillant final et, semble-t-il aussi, la finesse du dépôt.

CHIMIE MINÉRALE. — *Ed. Chauvenet* et *E. Duchemin* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les combinaisons de l'oxychlorure de zirconium avec les chlorures alcalins:**

Les auteurs ont recherché les combinaisons suscepti-

bles d'être formées par voie humide, en appliquant la méthode des chaleurs de mélange de dissolutions équimoléculaires. Ils ont reconnu l'existence de trois combinaisons :

7 $Zr\,O\,Cl^2$, 5 $Cl\,NH^4$
$Zr\,O\,Cl^2$, $Cl\,Rb$
8 $Zr\,O\,Cl^2$, 5 $Cl\,Cs$

Cette dernière seulement a pu être isolée, sous forme de gros cristaux, par évaporation lente d'une solution renfermant les deux sels. Elle perd 53 H^2O vers 80° et devient anhydre à 100°.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *G. Denigès* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Bleus de molybdène stables et instables. Applications analytiques à la recherche des ions phosphorique et arsénique.**

En présence d'ions phosphorique et arsénique et dans certaines conditions de concentration les solutions hydrosulfuriques d'acide molybdique soumises à l'action d'agents de réduction, ou encore les solutions neutres de molybdates alcalins traités par $Sn\,Cl^2$, prennent une teinte bleue que ni la dilution, ni l'élévation de température ne détruisent. Ce sont les bleus de molybdène *stables*.

Une solution à 10 p. 100 de molybdate d'ammonium additionnée de son volume d'acide sulfurique concentré, bleuit sous l'influence de la lumière solaire et d'un grand nombre de réducteurs. Cette coloration disparaît par dilution, dès que la concentration de H^2SO^4 s'abaisse au-dessous de 25 p. 100, en volume ou par addition de cet acide quand sa concentration dépasse 75 p. 100. C'est le bleu de molybdène *instable*.

Partant du bleu stable, l'auteur indique un réactif permettant de révéler les moindres traces d'ions phosphorique ou arsénique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Armand Valeur* et *P. Gailliot* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Etude des produits à point d'ébullition élevé contenus dans l'huile de Cadet.**

Cette étude permet d'ajouter à la série des composés méthylés de l'arsenic un nouveau type de corps renfermant 3 atomes d'arsenic liés dans leur molécule. En effet, les auteurs après avoir isolé de l'huile de Cadet de la triméthylarsine et un mélange d'oxyde de cacodyle et de cacodyle, ont obtenu un résidu d'où ils ont isolé un liquide bleu, d'odeur alliacée, de densité 1.647 à 15° et bouillant à 115-120° sous la pression de 5 m/m. Il a pour formule $(CH^3)^6\,As^3$ et peut être considéré comme un mélange de 57.4 p. 100 de $(CH^3)^7As^3$ et de 42. 6 p. 100 de $(CH^3)^5\,As^3$ pratiquement inséparables par distillation fractionnée.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix.* — **Premières observations sur la composition minéralogique et chimique des laves mésozoïques et tertiaires de la Chine orientale.**

Les laves de la Chine septentrionale et orientale qui sont passées en revue dans cette Note (*rhyolites*, *dacitoïdes*, *andésites*, *basaltes*, *basanitoïdes et limburgites*) constituent une série continue de différenciation d'un magma acalco-alcalin. Les termes les plus acides sont plus potassiques que sodiques, tandis que l'inverse a lieu dans les autres types. Les termes les plus basiques (basanitoïdes) présentent à la fois une augmentation de la teneur en alcalis et une diminution de la teneur en silice par rapport aux basaltes.

MÉDECINE. — *d'Arsonval.* — **L'échauffement des tissus par les courants de haute fréquence.**

L'auteur a montré antérieurement que pour la d'Arsonvalisation *directe* (Diathermie) l'ampèremètre thermique intercalé dans le circuit d'utilisation ne suffit pas à renseigner sur le degré d'échauffement des tissus. De nouvelles expériences l'amènent à conclure de nouveau que le double courant de conduction et de capacité traversant l'ampèremètre est bien la cause du désaccord dangereux qu'il a déjà signalé.

GÉOLOGIE. — *L. Joleaud.* — **Contribution à l'étude stratigraphique des terrains tertiaires des régions caraïbes de la Colombie sud-américaine.**

Le Tertiaire marin fossilifère de la Colombie caraïbe comprend : 1° les calcaires de Toluviejo à *Helicolepidina spiralis* (Priabonien); 2° les grès de Zambrano à *Turritella altilira* (Aquitanien ou Burdigalien); 3° les argiles de Tenerife et de Carthagène à *Arca chiriquiensis* et *Turritella tornata* (Burdigalien); les argiles d'Usciacuti à *Arca grandis* (Tortonien-Sarmatien). Au Pliocène marin correspondent les sables de Sabanalarga et Galapa et au Pliocène récent ou au quaternaire ancien ou moyen continental, les dépôts à *Megatherium* et *Mastodon* de Tenerife et du pourtour de la cienaga de Guajaro.

— *Léon Moret* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur l'extension des couches à phosphate dans le Haut-Atlas de Marrakech (Maroc occidental).**

Les couches à phosphate de l'Atlas peuvent être interprétées comme des dépôts côtiers extrêmes d'une mer dont la transgression s'opérait non seulement d'Ouest en Est, mais aussi du Nord vers le Sud, et que la phosphatisation s'est ici prolongée pendant l'Eocène et après le dépôt des couches à Thersitées. L'Atlas, déjà esquissé, formait probablement à cette époque la bordure méridionale de la grande mer des phosphates, si largement développée vers le Nord et dont une digitation pénétrait, au Sud, dans le Sous, ainsi que le suggèrent les lambeaux phosphatés récemment découverts.

— *Jacques de Lapparent* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la fréquence des murs dolomitiques aux gîtes de bauxite.**

Les bauxites de la Franec méridionale se groupent en deux complexes dont l'un, de l'Hérault, des Bouches-du-Rhône et du Var, est d'âge post-Aptien, tandis que l'autre, de l'Ariège et des Pyrénées-Orientales, est d'âge anté-Aptien.

Quel que soit l'âge de ces gîtes de bauxite, il est extrêmement fréquent que les murs en soient dolomitiques. Les dolomies jurassiques forment une grande partie des murs des gîtes du Var, de l'Hérault et de l'Ariège. Dans l'Hérault, même, on trouve des murs de dolomies liasiques et infra-liasiques. C'est là un fait étonnant dont l'auteur fournit, dans cette Note, une explication.

— *Ch Jacob* (prés. par M. Pierre Termier). — **La structure du Tarbon, du Cotiella et du Castillo-Mayor en Haut-Aragon.**

De nouvelles observations permettent à l'auteur de fournir une explication tectonique plus complète et plus claire que précédemment pour la structure des splendides montagnes calcaires du Haut-Aragon : Turbon, Cotiella et Castillo-Mayor. Les traits fondamentaux de cette explication font l'objet de cette Note.

BOTANIQUE. — *A. Maige* (prés. par M. Marin Molliard). — **Remarques au sujet du verdissement des cellules végétales.**

L'auteur distingue un premier type caractérisé physiologiquement par l'accroissement de la masse du plaste et la formation de chlorophylle à son intérieur. Cette évolution, qui s'accomplit à partir de plastes *actifs*, est désignée par lui sous le nom de *chloroplastogénèse*.

A la chloroplastogénèse s'oppose le phénomène de la *régression plastidale* qui ramène le chloroplaste à l'état primitif de plaste incolore par une évolution inverse comportant une réduction progressive de sa masse et la disparition lente de la chlorophylle.

Le fait que ces divers plastes même devenus actifs peuvent ne pas exercer leur activité amylogène ou chlorogène pendant toute l'évolution de la cellule, et l'hypothèse possible que certains plastes peuvent demeurer inactifs pendant toute la vie de la cellule montrent combien est délicate l'interprétation de la valeur morphologique et du rôle des divers éléments du chondriome incolore de la cellule.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Mlle Suzanne Ancel* (prés. par M. Guignard). — **Sur l'action du temps et de l'intensité dans l'effet des irradiations X sur des graines germées.**

Dans les conditions des expériences de l'auteur, poursuivies sur des graines germées de Lentille, et pour une dose égale de rayons X, l'augmentation du temps d'irradiation avec diminution de l'intensité se traduit par une très nette et très constante diminution de l'effet des rayons.

— *R. Franquel* (prés. par M. L. Mangin). — **Formation de tubercules aériens de Topinambour sans greffage.**

La tuberculisation aérienne du Topinambour n'a jamais été constatée en dehors du greffage. Elle a été obtenue par l'auteur, à la fois chez cette plante et dans la Pomme de terre, en pratiquant une ligature à la base des tiges jeunes encore.

Cette similitude des conséquences de la ligature annulaire et du greffage fait ressortir, une fois de plus, l'effet du bourrelet chez les plantes greffées.

ENTOMOLOGIE. — *L. Mercier* (prés. par M. P. Marchal). — **Présence de *Chrysomyia albiceps* Wied (Mouche du Ver épineux de la laine des moutons australiens) sur la Côte du Calvados).**

En France, *C. albiceps* existe tout le long de la côte méditerranéenne. L'auteur l'a rencontré beaucoup plus au Nord, dans la région normande, sur les vitres du Laboratoire maritime de Luc-sur-Mer. Etant donnée la rareté de l'espèce, il ne semble pas qu'elle devienne un danger pour nos laines indigènes.

HISTOPHYSIOLOGIE. — *A. Policard* (prés. par M. F. Mesnil). — **Etudes de microdissection sur le cartilage d'accroissement des os.**

L'étude a porté sur des coupes par congélation de cartilage de conjugaison des extrémités supérieures du tibia et inférieure du fémur, chez des Rats blancs de 1 mois environ.

On admet classiquement que les cellules cartilagineuses exercent une action chondrolytique sur la substance fondamentale qui les entoure, si bien qu'à la partie inférieure du cartilage hypertrophié, les cellules sont renfermées dans une cavité pleine de liquide, facilement ouverte et envahie par le tissu conjonctivo-vasculaire de la moelle.

Les recherches de microdissection donnent des résultats difficilement conciliables avec cette conception. La substance fondamentale, autour de la cellule, ne paraît jamais liquéfiée. Elle paraît demeurer toujours résistante. Contre elle-même à la partie inférieure du cartilage hypertrophié, l'aiguille bute et ploie.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *R. Fosse* et *A. Hieulle* (prés. par M. Emile Roux). — **Sur une combinaison mercurique de l'acide allantoïque, permettant d'identifier cet uréide dans le légume vert de *Phaseolus vulgaris*.**

Ce nouveau composé, qui résulte de l'union de deux molécules d'acide allantoïque à une molécule d'oxyde mercurique, se présente, au mircoscope, sous la forme de cristaux réunis en houppes. Il a été préparé par les auteurs en partant de l'acide dixanthyl-allantoïque et aussi en partant de l'acide dixanthyl-allantoïque précipité du suc de haricot vert.

P. GUÉRIN.

Séance du 24 octobre 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *E. Goursat.* — **Sur un problème d'Hamburger.**

— *Widder* et *Gergen* (prés. par M. J. Hadamard). — **Une généralisation d'un théorème de M. Mandelbrojt.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Georges Valiron* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les coefficients des séries de Taylor usuelles.**

— *W. Sierpinski* (prés. par M. Emile Borel). - **Sur quelques propriétés des ensembles projectifs.**

— *N. Lusin* (prés. par M. Emile Borel). — **Remarques sur les ensembles projectifs.**

— *Emile Borel.* — **Remarques sur les Notes de MM. Sierpenski et Lusin.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *D. Mirimanoff* et *R. Dovaz* (prés. par M. J. Hadamard). — **Les épreuves répétées et les formules de Laplace.**

AÉRODYNAMIQUE. — *Elie Carafoli* (prés. par M. Rateau). **Méthode générale pour le tracé des profils d'aviation.**

HYDRODYNAMIQUE. — *J. Gralou.* — **Déversoir en mince paroi, calcul du débit.**

— *D. Riabouchinsky* (prés. par M. G. Kœnigo). — **Sur un problème de variation.**

ASTRONOMIE. — *G. Bigourdan.* — **Sur un moyen d'améliorer la détermination de l'heure.**

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Emm. de Margerie.* — **Rapport sur l'état de la publication des Œuvres géologiques de Marcel Bertrand.**

M. de Margerie s'était vu confier la tâche de rassembler les documents laissés par Marcel Bertrand; leur publication est faite sous le patronage de l'Académie : 163 mémoires ont été retenus; ils ont été groupés en sept parties et formeront trois volumes dont le premier vient de paraître. Le deuxième est à l'impression et paraîtra en 1928.

CHALEUR. — *Pierre Vernotte* et *Marcel Pellegrin* (prés. par M. Cotton). — **Sur la mesure des conductibilités thermiques des métaux. Méthode du point de température stationnaire.**

Les auteurs établissent dans cette Note les formules qui leur permettent d'améliorer au point de vue théorique et expérimental, la méthode proposée par Kohlraush pour la détermination de la conductibilité thermique d'un métal.

ATOMISTIQUE. — *Pierre Bricout* (prés. par M. Charles Fabry). — **Étude quantitative de la luminescence de la vapeur de mercure excitée par choc électronique.**

L'auteur étudie la fonction d'excitation de la radiation de résonance λ 2536 du mercure. Cette radiation apparaît brusquement lorsque l'énergie des électrons atteint la tension de résonance (4.86 volts), son intensité croît rapidement jusqu'à un maximum atteint pour une tension de 6.5 volts: elle décroît ensuite plus lentement et n'est plus égale qu'à 72 p. 100 de la valeur maxima pour 10.4 volts, tension d'ionisation. Lorsque le potentiel des électrons dépasse cette valeur, l'intensité de la radiation de

résonance remonte rapidement jusqu'à la valeur correspondant au précédent maximum et reste sensiblement constante de 15 à 85 volts.

M. Bricout a cherché à retrouver par le calcul la loi de résonance de l'atome non ionisé. Il établit une formule qui représenterait la loi de résonance de toute radiation excitée à partir d'un niveau fondamental par des électrons de vitesse insuffisante pour en produire l'ionisation.

MAGNÉTISME. — *G. P. Arcay* et *M. Fallot* (prés. par M. A. Cotton). — **Remarque sur la détermination du coefficient d'aimantation de certains liquides.**

Tous les liquides ne présentent pas les phénomènes aussi simples que ceux qui ont été décrits par M. Sève dans sa méthode de dénivellation pour la détermination du coefficient d'aimantation. Pour certains d'entre eux, après avoir compensé la dénivellation due au champ, on constate, après quelque temps, que le niveau continue à baisser lentement et ne se stabilise parfois qu'après plusieurs heures; on observe ainsi une dénivellation secondaire qui est souvent de même ordre de grandeur que la dénivellation initiale. Cette anomalie a été constatée avec des solutions de gélatine, de gomme arabique, d'albumine, de gélose, de caséine et de silice gélatineuse.

RADIOACTIVITÉ. — *Salomon Rosemblum* (prés. par M. Perrin). — **Sur le ralentissement des rayons α par la matière.**

L'auteur avait donné, dans un travail antérieur, (*C. R.*, 183, 1926, p. 198), une formule provisoire pour le ralentissement que les rayons α subissent en traversant les métaux :

$$X = \frac{7}{9} \log \left(\frac{u + 40}{40} \right) (N + 36)$$

De nouvelles recherches effectuées sur les mêmes métaux et étendues à d'autres en conservant la même méthode et le même dispositif que dans le travail antérieur. Une plus grande précision a permis d'établir une nouvelle formule s'adaptant mieux aux faits expérimentaux :

$$X = K \left(u - \frac{u^2}{10^2} + \frac{35{,}5\ u^3}{10^5} \right)$$

CHIMIE PHYSIQUE. — *Pierre Jolibois* et *Henri Lefebvre* prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur une réaction nouvelle de l'azote actif.**

L'oxyde de carbone subit une très faible décomposition, en carbone et gaz carbonique, par le passage de fortes charges à basse pression. Cette décomposition est sept fois plus intense si l'on dilue le gaz dans une grande quantité d'azote. Ce phénomène serait dû à l'action catalytique de l'azote actif en voie d'évolution vers sa forme normale, sous son influence, l'oxyde de carbone instable à la température ordinaire, se transforme en acide carbonique et carbone, système stable.

— *P. Lasareff* et *V. Lazarev* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Sur les spectres d'absorption des verres de borax colorés avec les sels de cuivre.**

L'absorption a été étudiée sur des verres trempés et des verres recuits, puis comparée avec celle des ions de cuivre en solution ($Cu\,SO^4$). L'absorption de ces verres est sensiblement identique et le spectre du verre coloré avec les sels de cuivre est différent de celui des solutions des ions de cuivre. On peut donc conclure que la coloration des verres de borax ne dépend pas des ions de Cu, mais qu'elle est produite par les composés complexes des atomes de Cu et des molécules de borax.

— *C. Gnard* et *J. Villey* (prés. par M. Léon Guillet). — **Sur la conductibilité thermique des alliages légers.**

Le magnésium à 4 p. 100 de cuivre forgé à des caractéristiques mécaniques et thermiques supérieures à celle de l'aluminium coulé à 12 p. 100 de cuivre qui est couramment employé. Le bénéfice incontestable d'une densité moindre (1,86 au lieu de 2,95) a simplement comme contre-partie la nécessité d'un forgeage, sans lequel la résistance serait inférieure. Quant aux deux alliages ternaires forgés, leur moindre conductibilité est en partie compensée par leurs remarquables caractéristiques mécaniques et ils paraissent très particulièrement indiqués pour des pièces travaillant dans une zone thermique moins étendue (carters), auxquelles ils conféreront, avec la légèreté, la dureté et une appréciable résistance aux chocs.

— *Albert Roux* (transm. par M. Léon Guillet). — **Contrôle des soudures par les spectres magnétiques.**

Si la soudure est exempte de défauts, le spectre est le même que celui dessiné sur une palque d'acier d'épaisseur constante; les lignes de limaille sont continues. Si, au contraire, elle a des défauts, le spectre présente des caractéristiques qui sont reproduites sur les photographies annexées à la Note.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Brutzkus* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur le calcul des analyses des gaz.**

Certains mélanges de gaz, soumis à un traitement chimique, sont analysés avant et après le traitement; pour interpréter les résultats, il faut ensuite déterminer les quantités des gaz disparues ou apparues au cours du traitement sans en connaître les quantités totales. Les traités sur les analyses des gaz ne donnent aucune indication, l'auteur décrit une méthode permettant de résoudre le problème.

CHIMIE MINÉRALE. — *G. Matignon* et *Mlle G. Marchal.* — **Action du calcium, du magnésium et de l'aluminium sur la glucine.**

Le calcium et le magnésium sont susceptibles de réduire la glucine. Avec l'aluminium, la réduction paraît possible, mais elle ne met en liberté qu'une petite quantité de métal correspondant à la formation d'un alliage d'aluminium très pauvre en glucinium.

MÉTALLURGIE. — *B. Bogitch* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur quelques perfectionnements apportés dans la fusion électrique des minerais pauvres.**

Dans la méthode indiquée le carbone de l'électrode n'intervient plus dans la réduction, de sorte qu'on peut régler celle-ci à volonté par l'addition de réducteur ou proportions nécessaires. On obtient ainsi des ferro-alliages exempts de carbone et de silicium et dont la teneur en fer obéit exactement à la loi de répartition de cet élément entre la scorie et le métal. Dans un four de 1.000 kilowatts le traitement d'une tonne de minerai, correspondant à la production de 70 à 100 kg. de ferro-alliage, absorbe suivant l'espèce de minerai de 1.000 à 1.250 kw.-h. et consomme de 8 à 15 kg. d'électrodes, y compris les bouts inutilisables.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *H. Douvillé.* — **Le Crétacé dans le pays de Bigorre; ses brèches et ses conglomérats.**

L'auteur expose dans cette Note un certain nombre de considérations dont il indique les conséquences au point de vue de la tectonique. Le contact des calcaires aptiens surmontant les schistes albiens, contact marqué en outre par des brèches tectoniques est normal, les schistes étant aptiens et les calcaires devant être attribués à l'Aptien supérieur et à l'Albien. En outre, bien qu'il y ait comme toujours dans les régions fortement plissées, des roches

plus ou moins écrasées, les brèches sont le plus souvent d'origine sédimentaire.

— *A. Bigot.* — **Formations monastiriennes et postmonastiriennes de Basse Normandie.**

Cette Note vient compléter des observations déjà anciennes sur les plages monastiriennes, sur la nature des roches et blocs exotiques de la plage monastirienne et sur les terrasses de blocaux et de limons qui, dans le Cotentin, lorsqu'elles sont conservées, donnent à la topographie de la région littorale une physionomie caractéristique.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Marcel Mascré* (prés. par M. Guignard). — **Sur la fixation du chondriome de la cellule végétale.**

Le chondriome est bien fixé par le formol à 20 pour 100 additionné d'acides monochloracétique ou cyanacétique (3 pour 100) ou d'acide trichloracétique (2 pour 100). Les images sont superposables à celles que donne la fixation suivant la méthode de Regaud. Les bâtonnets mitochondriaux, les chondriocontes, les formes jeunes des plastes sont très bien conservées. Ce mode opératoire permet une fixation et une coloration plus rapides que de coutume du chondriome.

ZOOLOGIE. — *R. Herpin* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Un cas d'incubation par la femelle chez une Annélide polychète (*Leptonereis glauca* Clp.) qui essaime en surface.**

C'est la femelle de *Leptonereis glauca* qui incube les œufs et dévore le mâle. Au double point de vue des métamorphoses et de la biologie, *L. glauca* constitue un passage intéressant entre les Néréidiens à métamorphoses complètes et ceux qui n'ont point de forme épitoque. Alors que le mâle présente une métamorphose qui, pour être incomplète n'en est pas moins comparable à celle de la plupart des Néréidiens, la femelle ne subit que des modifications à peine sensibles. Bien que capable de nager en surface, elle pond, dans un tube, des œufs relativement gros qu'elle incube.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Pierre P. Ravault* (prés. par M. Widal), — **Recherches histochimiques sur la répartition du calcaire dans la paroi de l'aorte normale de l'homme.**

Le fait fondamental est la présence de calcaire dans la tunique moyenne, alors que les tunique externe et interne en sont dépourvues (bande mésartielle d'imprégnation calcaire). La quantité de cendres contenue dans la media est plus ou moins considérable, mais toujours de beaucoup supérieure à celle des autres tuniques et du tissu conjonctif environnant. Les cendres sont disposées en fines stries, orientées parallèlement aux lames élastiques de la paroi.

— *Mme Andrée Roche* et *Jean Roche* (prés. par M. A. Desgrez). — **Recherches sur l'existence du lactacidogène dans le sang.**

Dans le sang laqué, la libération de l'acide lactique se fait simultanément à celle du phosphore, exactement comme dans le suc de presse de muscle. La valeur théorique du rapport $\frac{\text{acide lactique}}{\text{phosphore}}$ est de 2,9 pour l'acide hexosediphosphorique et de 5,1 pour l'acide hexosemonophosphorique. Celles que les auteurs ont obtenues expérimentalement parlent en faveur du composé hexose diphosphorique. Aussi y a-t-il lieu de considérer comme une hypothèse très vraisemblable l'existence de l'acide hexosediphosphorique dans le sang.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Mme Anna Drzewina* et *Georges Bohn* (prés. par M. Bouvier). — **Influence des parois des vases sur les réactions des animaux.**

Les expériences ont été poursuivies sur des *Convolata*, organismes marins doués d'une polarité prononcée et d'une grande sensibilité vis-à-vis des agents physiques et chimiques. Maintenues dans un verre de montre enduit de stéarine, ces *Convoluta* ne tardent pas à succomber. Au contraire, sur paraffine, elles vivent fort bien et ont même meilleur aspect que sur verre.

Il semble donc que l'acide stéarique catalyse certaines réactions chimiques nuisibles à l'être vivant; la paraffine, au contraire, aurait des effets inhibiteurs.

PROTISTOLOGIE. — *Edouard Chatton* et *André Lwoff* (prés. par M. F. Mesnil). — **Le cycle évolutif de la *Synophrya hypertrofica* (cilié *Fœttingeriidæ*).**

Le cycle évolutif de la *Synophrya* comprend bien une phase phorétique avec métamorphose, mais il présente aussi une forme trophique mobile dans la mue du Crabe et une palintomie dans le milieu externe. Les trois phases fondamentales des autres espèces s'y retrouvent donc intégralement.

La *Synophrya* constitue, à la connaissance des auteurs, le premier exemple d'un Cilié qui s'inocule dans la cavité générale de son hôte à travers le tégument, fait d'autant plus remarquable que celui-ci est protégé, même aux endroits les plus minces, par une cuticule chitineuse résistante.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — La séance publique annuelle aura lieu le 12 décembre. M. Emile Picard, secrétaire perpétuel, prononcera l'éloge de Jean-Baptiste Biot.

Comité français de propagande aéronautique. — Le Comité continuant son œuvre de propagande technique pour l'aviation, inaugurée en 1922 par la création du Concours de Moteurs de grande endurance (doté d'un million de prix) organise une série de concours destinés à améliorer la sécurité de la Navigation Aérienne.

Deux de ces concours sont ouverts dès à présent : les conditions en ont été élaborées par la commission technique que préside M. Cagnot, Professeur à l'Ecole supérieure des Mines, ancien Directeur du Service technique de l'Aéronautique, avec le concours de la Société française de Navigation Aérienne :

1° *Concours de Mémoires sur un projet de sondes aériennes*, doté de 15.000 fr. de prix; 2° *Concours de Mémoires sur la stabilité en vol et l'efficacité des gouvernes des avions*, doté, également, d'un prix de 15.000 fr.

Le règlement des concours doit être demandé au Secrétariat du Comité français de propagande aéronautique, 6, rue de Messine, Paris (8e) ou à la Société française de Navigation aérienne, 19, rue Blanche, Paris (9e).

Comité consultatif des forces hydrauliques. — M. Grimpret, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Directeur de la Voirie routière, des Forces hydrauliques et des distributions d'énergie électrique, a été nommé membre du Comité consultatif des Forces hydrauliques jusqu'au 31 décembre 1928, en remplacement de M. Magnier, placé dans la situation de disponibilité.

Fondation Charles C. Linthicum. — Un prix de 1.000 dollars et deux prix de 100 dollars seront attribués par la Faculté de Droit de la Northwestern University, Chicago (Illinois), aux meilleurs mémoires sur la *Propriété scientifique*, c'est-à-dire sur la reconnaissance, à l'auteur d'une

découverte scientifique, du droit de participer aux bénéfices que peut retirer un inventeur de l'application de cette découverte.

Les manuscrits (rédigés en anglais, français, allemand, italien ou espagnol) doivent être envoyés avant le 1er mars 1929 à The Linthicum Foundation, Nortwestern University, Law School, Mc Kinlock Campus 357, East Chicago Avenue, Chicago, Illinois.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — La séance de rentrée de l'Université a eu lieu le 5 novembre dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne. A cette occasion, ont reçu le titre de docteur *honoris causa* (Sciences) les savants étrangers dont les noms suivent :

M. Fibiger, Professeur à la Faculté de Médecine de Copenhague;

M. F. Henrijean, Professeur à la Faculté de Médecine de Liége.

M. Townsend, Professeur de Physique à l'Université d'Oxford (New Collège).

— *Faculté des Sciences.* — Les thèses suivantes ont été soutenues à la Sorbonne, pour le doctorat ès-sciences :

8 novembre. — M. Jekhowsky : « *Etude sur les transcendantes Fournier-Bessel à plusieurs variables.* »

10 novembre. — M. Jeantet : « *Contribution à l'étude des nitriles phénylacétiques α monoalcoyle.* »

2 novembre. — M. Ranson : « *L'absorption de matières organiques dissoutes par la surface extérieure des corps chez les animaux aquatiques.* »

— Les candidats ci-après désignés ont été inscrits sur la liste d'aptitude à l'Enseignement supérieur :

Mathématiques. — MM. Delsarte, Marchand, Mazet, Rocard.

Physique. — MM. Cagniard, Laporte, Marcelin, Pichot, Wolfers, Mlle Hanot.

Chimie physique. — Mlles Cauquil, Choucroun, M. Marcelin.

Chimie. — MM. Cathala, Delauney.

Botanique. — MM. Benoist, Davy de Virville; Nobécourt, Pottier.

Zoologie appliquée. — M. Vayssière.

Géologie. — MM. Lecointre, Russo, Solignac.

Minéralogie. — M. Orcel.

—Un emploi d'agrégé (Anatomie pathologique) est créé, (emploi d'Université). Il sera supprimé le jour où la fondation pour le développement de l'Institut du cancer cessera de verser au budget de l'Université le traitement et les indemnités afférents audit emploi.

— *Institut de Psychologie.* — Année scolaire 1927-1928 :

Psychologie générale. — M. H. Delacroix : Questions de psychologie. *Mardi à 17 h.*

Exercices pratiques. Leçons d'étudiants : *Lundi à 14 h.* Direction de travaux et de recherches : *Lundi à 17 h.*

M. Meyerson : Exercices pratiques. Leçons d'étudiants : *Samedi à 15 h.*

Psychologie pathologique et expérimentale. — M. Dumas : Les directions de la psychologie pathologique. *Dimanche à 8 h. 30.*

Exercices pratiques. *Mardi à 10 h.*

Psychologie expérimentale et comparée. — M. Janet : L'évolution de la mémoire et de la notion du temps. *Lundi et jeudi à 13 h. 45.*

Psychologie physiologique. — M. Piéron : Les sensibilités cutanées. *Mercredi à 14 h. 30.*

M. Meyerson : Travaux pratiques (Sensations, perceptions, motricité, émotions, efficience mentale). *Vendredi à 9 h. 30.*

Psychologie zoologique. — M. Rabaud : L'hérédité. Organe des sens et comportement. *Mardi et mercredi à 10 h.*

Mlle Cousin : Démonstrations et exercices pratiques. *Samedi à 14 h.*

Section de Pédagogie. — M. Wallon : Psychologie appliquée à l'éducation. La pensée de relation chez l'enfant. *Jeudi à 15 h. 30.* Conférences de Psycho-pédagogie. *Jeudi à 14 h.* Travaux pratiques. *Jeudi à 9 h. 30.*

Section de Psychologie appliquée. (Applications au travail et à l'industrie. Sélection et orientation professionnelles). — M. Piéron : La mesure en psychologie (Psychométrie et psychographie). La méthode des textes. Le calcul des corrélations, etc... (avec le concours de MM. Fessard et François). *Lundi à 17 h.*

M. Lahy : La Psychotechnique, science expérimentale. La méthode psychotechnique appliquée à la sélection, à l'orientation professionnelles, à la psychiâtrie. Le calcul des machines. *Vendredi à 14 h.*

Les élèves pourvus du diplôme de Psychologie appliquée pourront être autorisés à suivre pendant une année des exercices pratiques de perfectionnement destinés à les préparer aux recherches et aux applications industrielles.

L'Institut de Psychologie décernera le titre d'élève diplômé (de psychologie, de pédagogie, ou de psychologie appliquée) aux étudiants justifiant d'une scolarité de deux semestres, ayant suivi avec assiduité les enseignements de la section correspondante et ayant satisfait aux examens de fin de semestre.

Des recherches en vue des Diplômes d'Etudes Supérieures et des Doctorats pourront être poursuivies dans les laboratoires de l'Institut.

Les élèves pourvus du diplôme de psychologie générale et du diplôme de psychologie appliquée pourront dans des conditions de scolarité déterminées et après un travail de recherches personnelles, briguer le diplôme d'*expert psychotechnicien de l'Université de Paris.*

Pour être admis aux cours et conférences, les étudiants devront être immatriculés à l'une des Facultés de l'Université de Paris et inscrits sur les registres de l'Institut. Pour être admis aux Travaux Pratiques, ils devront verser un droit semestriel de 150 fr.

Les inscriptions seront reçues au Secrétariat, Sorbonne, Salle R, Escalier A, 2e Etage, l'après-midi, de 2 h. 1/2 à 4 heures.

— *Cité universitaire.* — Le 7 novembre à la Légation de Suède, le Comte Ehrensvard, le Recteur de l'Université, le Prince royal de Suède, MM. Poincaré et Barthou ont signé l'Acte de fondation de la Maison suédoise à la Cité universitaire.

Muséum national d'Histoire naturelle. — M. Louis Mangin, Professeur, atteint par la limite d'âge, est maintenu en activité.

Institut national agronomique. — M. Demoussy, Professeur de chimie organique à l'Institut agronomique est nommé après concours, Professeur de chimie agricole, en remplacement de M. André, décédé.

M. Hamy, Préparateur au laboratoire d'analyse chimique, est nommé, après concours, Chef de Travaux de technologie agricole, en remplacement de M. Nottin, appelé à d'autres fonctions.

— Un concours pour un poste de Directeur des Services agricoles sera ouvert au siège de l'Institut agronomique le 9 janvier 1918 à 8 h. 45.

Les candidats devront être âgés de vingt-huit ans au moins au jour de l'ouverture du concours; ils devront avoir subi avec succès les épreuves du concours de professeur d'agriculture et avoir occupé, pendant cinq ans au moins, les fonctions de professeur d'agriculture ou de professeur d'école d'agriculture.

Les professeurs d'agriculture ayant appartenu à l'ancien cadre d'Alsace et de Lorraine, qui ont été réincorporés dans les cadres de l'administration générale; par les décrets des 28 juillet 1922, 28 mai et 14 septembre 1925, seront autorisés à concourir, à condition que l'effet du reclassement qui leur a été accordé par ces décrets remonte à une date antérieure de cinq ans au moins à celle de l'ouverture du concours.

Les demandes d'inscription devront parvenir au Ministère de l'agriculture (Direction de l'Agriculture, 2e bureau), quinze jours au moins avant la date fixée pour l'ouverture du concours.

Université de Lyon. — *Faculté de médecine*. — La Faculté va être transférée auprès de l'Hôpital de Grange-Blanche dans de nouveaux bâtiments qui doivent être construits avec des fonds fournis en partie par la Fondation Rockefeller qui garantit la somme de 41.206.000 fr., à condition toutefois que l'Etat français ou des collectivités fournissent une somme de 15.000.000 de francs.

Or, l'Etat alloue 12.000.000 et l'Université de Lyon, 1.500.000 fr. Il ne reste donc plus à trouver qu'un million et demi.

Université de Cambridge. — Le diplôme de docteur ès-sciences *honoris causa* a été conféré à M. Paul Painlevé, Ministre de la Guerre. L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Pour comprendre la physique moderne, par le Chanoine Th. Moreux. In-8° de 300 pages avec 210 figures. Gaston Doin, éditeur, Paris, 1926. Prix : 12 fr. (majoration de 30 c/o).

M. le Chanoine Moreux possède les plus rares dons d'exposition. Il sait assimiler et ensuite rendre accessibles à de jeunes intelligences, les branches les plus diverses de la science. Aussi a-t-il pu, avec le même bonheur, écrire toute une véritable encyclopédie d'initiations qui connaît le plus légitime succès. Botanique, arithmétique, algèbre, mécanique, géométrie, etc., il a su tout aborder et tout rendre clair. Son dernier ouvrage porte sur la physique. Il en expose les très grandes lignes en mettant nettement en lumière les principes fondamentaux, en sorte que l'étude de ce petit livre permet au lecteur d'aborder ensuite des traités plus étendus.

A. Bc.

Electricité. Première partie : *Théorie, production, transformation*. Deuxième partie : *Applications industrielles;* par E. Dacremont, mise à jour par L. Gruninger. tome I et tome II. 3 vol. in-8 de 850, 632 et 584 pages avec 610-812 fig. dans le texte. Dunod, éditeur Paris; 1923, 1925, 1926.

Cet ouvrage est une véritable encyclopédie de tout ce qui touche à la science électrique. Il est divisé en 2 parties comprenant en tout 3 volumes.

La première partie (1 volume) est plus spécialement consacrée à la théorie et aux modes de production et de transformation de l'énergie électrique. L'auteur y étudie les grandeurs et les unités physiques, l'électricité et le magnétisme, le courant électrique, les piles, les mesures, les dynamos, les transformateurs.

La 2e partie (2 volumes) traite des applications. Elle comprend : la canalisation et la distribution, l'éclairage électrique, les stations centrales, le transport électrique de l'énergie, la traction électrique, l'électro-chimie, la télégraphie, la téléphonie, les applications industrielles des moteurs électriques, la pyrométrie, le chauffage et la cuisine électriques, la radiologie, l'électricité médicale, les canalisations, la législation, etc...

M. Gruninger a mis à jour l'ouvrage de M. Dacremont, dont la première édition était épuisée, et qui avait connu un légitime succès. L'édition actuelle contient, sur divers points, des précisions intéressantes et a sa place marquée dans les bibliothèques des monteurs et ingénieurs électriciens et, d'une façon générale, de tous ceux qui utilisent l'électricité sous ses diverses formes. A. Bc.

Les alternateurs industriels, par L. Barbillion et P. Berger. (*Bibliothèque de l'Ingénieur Electricien-Mécanicien*). In-8° de 278 pages et 239 pages. Albin Michel, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

M. Barbillion, dont on connaît la rare compétence technique sur tout ce qui touche à la science électrique, publie, en collaboration avec M. Berger, une excellente monographie consacrée aux alternateurs. On sait quel rôle le courant alternatif joue dans les applications actuelles de l'électricité. Plus commode à produire, à transformer, à transporter, que le courant continu, il est aujourd'hui presque uniquement utilisé. Aussi la construction des alternateurs a-t-elle fait de rapides progrès. On s'en rend compte à la lecture de l'ouvrage que nous signalons où l'auteur étudie successivement : la forme de la force électromotrice, le fonctionnement d'un alternateur en charge, l'étude des anciens types d'alternateurs, la construction des alternateurs modernes, l'étude des différents types d'alternateurs modernes, le calcul des alternateurs et, leur couplage en parallèle. Tous ceux qui ont à produire ou à utiliser du courant alternatif trouveront clairement exposé, dans l'excellente monographie de MM. Barbillion et Berger, tout ce qu'il leur est essentiel de connaître. A. Bc.

Chimie minérale, par H. Copaux, professeur à l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris, et Perpérot, sous-chef de travaux pratiqués à l'Ecole de Physique et de Chimie. 3 vol. in-12 de 214, 186 et 202 pages avec figures. Librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel, Paris. — Prix : chaque volume 6 fr.

Le livre de MM. Copaux et Perpérot constitue un excellent exposé de l'ensemble de la chimie minérale. Si les auteurs ont conservé les cadres classiques et notamment la subdivision en métalloïdes et en métaux, qui, bien qu'imparfaite, est cependant utile, leur ouvrage n'en diffère pas moins de la plupart des autres traités publiés jusqu'ici. Il n'est pas un simple recueil de faits. Les auteurs ont toujours eu le souci de décrire les faits en les rattachant à des énoncés généraux. Aussi le lecteur puisera-t-il dans l'ouvrage non seulement la connaissance des préparations et des principales propriétés des éléments et des divers composés minéraux, mais encore celle des lois essentielles de la chimie générale.

A. Bc.

Contribution à l'étude du graissage. Onctuosité. Influences moléculaires, par P. Woog. In-8° de 277 pages. Delagrave éditeur, Paris 1926.

Le frottement des pièces mobiles, roulement ou glissement, doit être réduit au minimum dans tout mécanisme, pour obtenir un rendement élevé et diminuer l'usure. Lorsqu'il s'agit de roulement, les pertes d'énergie peuvent être rendues très faibles par l'emploi d'organes parfaitement calibrés et ajustés, tels que les roulements à billes. Encore subsiste-t-il un léger glissement de billes qu'il faut combattre par l'introduction d'un lubrifiant.

On conçoit combien les propriétés de ces lubrifiants sont importantes à connaître pour assurer un bon fonctionnement des machines. Elles ont été longtemps difficiles à caractériser avec précision et peut être encore nos connaissances ne sont-elles pas aussi complètes qu'on pourrait le souhaiter.

Dans son ouvrage, M. Woog montre, notamment, l'importance de cette propriété autrefois assez vague, connue sous le nom de grossivité et d'onctuosité, qui fait que les corps gras les plus onctueux sont ceux qui constituent les meilleurs lubrifiants. Il applique les résultats de son étude à la technique du graissage. Après avoir considéré les lubrifiants les plus usuels, il signale qu'il est possible d'augmenter l'onctuosité en agissant soit sur le corps graissant, soit sur les surfaces solides, ce qui conduit à envisagéer la réalisation de lubrifiants artificiels.

L'ouvrage constitue une étude critique extrêmement intéressante de l'ensemble des problèmes que soulève le graissage. Il mérite de retenir l'attention des techniciens; les physico-chimistes y trouveront également matière à d'utiles réflexions. A. Bc.

Le Frêne à Manne. La Manne, par D. Luciani, Docteur en pharmacie. In-8° de 161 pages avec 19 planches. Travaux de l'Office national des matières premières végétales pour la Droguerie, la Pharmacie, la Distillerie et la Parfumerie, 12, Avenue du Maine, Paris.

Ce travail constitue la 23e Notice des Travaux de l'Office national des Matières premières végétales, que dirige avec tant de dévouement et de compétence M. le Professeur Perrot.

Après une documentation historique pleine d'attrait, dans laquelle il cherche à démêler l'origine du mot *manne*, l'auteur considère les mannes en général, qu'il divise en deux groupes, suivant qu'elles contiennent de la mannite ou en sont dépourvues. L'Histoire de la Manne du Frêne, les caractères botaniques généraux des Frênes à Manne et leur répartition géographique font l'objet de chapitres spéciaux. Puis viennent les méthodes de culture des Frênes à Manne, la pathologie, l'origine biologique de la Manne, la récolte de la Manne et ses principales sortes commerciales.

M. Luciani rend compte des premiers travaux qui ont été effectués en vue d'un essai d'acclimatation du Frêne à Manne en Tunisie. Son travail, fort intéressant, accompagné de superbes planches, se termine par un court résumé de la Chimie de la Manne, de ses falsifications, de ses essais et de ses applications industrielles et pharmaceutiques. P. G

The ferns (Filicales), par F. O. Bower, Professeur à l'Université de Glasgow. Deux volumes 18×26, reliés, comprenant 703 pages, avec 580 figures. (*Cambridge botanical handbooks*), Cambridge University Press, Fetter Lane, London, E.C. 4. — Prix : 60 sh.

Ces deux volumes sont consacrés à l'étude comparative de la morphologie et de l'anatomie des Fougères appartenant à la classe des Filicales. Dans le premier volume, l'auteur résume d'abord ce que l'on sait de la physiologie et de la biologie des fougères; puis, après avoir exposé les bases théoriques sur lesquelles repose le systématique de ces végétaux, il examine en détail les divers points de comparaison anatomiques, morphologiques, physiologiques ou embryologiques, à l'aide desquels a été établie la classification naturelle de cette classe de cryptogames vasculaires.

Dans le second volume, l'auteur applique les connaissances exposées dans le tome I à l'étude d'ensemble des fougères fossiles, ou actuellement vivantes, appartenant aux familles suivantes : Ophioglossaceæ, Marattiaceæ, Ormundaceæ, Schizeæ, Gleicheniaceæ, Hymenophyllaceæ, Cyatheaceæ, c'est-à-dire qu'il traite les plus simples des Filicales et laisse de côté la grande famille des Polypodiaceæ, qui comprend à elle seule 114 genres, composés de 4.527 espèces d'organisation plus élevée. Cette étude des Fougères simples se termine par un chapitre réservé à l'étude de leur phylogénie et de leur distribution géographique. Ces deux volumes, écrits par un des maîtres de la Ptéridologie, abondent en indications bibliographiques très précises et en fort belles figures; ils rendront les plus grands services aux botanistes et leur fera désirer la prompte publication du tome III où sera traitée la suite du sujet. A. B.

Théorie des phénomènes monétaires. Statique, par Jacques Rueff, inspecteur des finances, professeur à l'Institut de Statistique de l'Université de Paris. In-8° de 368 pages. Payot, éditeur, Paris. Prix : 40 francs.

Brillante application à l'Economie politique de la méthode statistique. Après une double introduction où il précise l'objet de l'Economie statistique et la portée de ses résultats, l'auteur étudie successivement la circulation monétaire à l'intérieur d'un même pays (relations avec le niveau général des prix, genèse des unités monétaires, vitesse de circulation), puis d'un pays à l'autre, avec le régime métallique et avec celui du cours forcé. Il croit pouvoir expliquer toutes les variations des changes par le mécanisme de la disparité. La théorie l'amène à démontrer l'impossibilité du communisme économique dans les grandes nations, et à reconnaître que son abandon par les Alliés en 1919 et la suppression brusque de tous crédits furent pour la France un bienfait et le principe de son relèvement.

Un dernier chapitre, d'un intérêt très vif, rattache les mécanismes économiques à la loi générale des équilibres physico-chimiques.

Ce volume, d'une lecture agréable, appuyé sur de nombreuses observations originales et où le formulaire mathématique est réduit au strict minimum, sera suivi d'un autre consacré à la Dynamique des phénomènes monétaires. R. T.

Les formes inférieures de l'explication, par Daniel Essertier, Docteur ès lettres, agrégé de philosophie, professeur à l'Institut français de Prague. In-8° de 356 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

Quoique l'auteur s'en défende, ce n'est rien de moins qu'un tableau de l'évolution de la pensée humaine dans ses rapports avec la nature. Pourquoi n'a-t-elle abouti que si tardivement à pénétrer les secrets de l'univers et à quelles conditions peut-elle y réussir encore? Le grand ennemi dont elle a dû triompher, répond M. Essertier, c'est cette « conscience primitive » qui gît au fond de l'homme même, et qui le porte à faire prédominer l'affectivité et l'imagination sur la raison et l'expérience,

qui lui fait accepter d'emblée les idées sociales toutes faites, et qui s'oppose à la réflexion personnelle de toutes les forces de la tradition et du conformisme. La vérité est d'accès difficile, elle ne s'obtient que par un libre effort constamment renouvelé, elle est liée à l'affranchissement de la personnalité : Voilà ce que démontreraient, correctement interprétées, les données de la préhistoire et de l'histoire, comparées avec celles de l'ethnographie et avec l'étude de l'enfant et des névropathes.

Tentative hardie, poursuivie avec un réel talent de psychologue et d'écrivain qui rappelle en plus d'un point celui de Bergson et qui nous vaut de remarquables analyses de détail (sur l'éidétisme, la notion de mana, les états de foule, l'attitude socratique etc...) ainsi qu'une pénétrante critique de la théorie durkheimienne. Mais il y aurait de graves réserves à faire sur la méthode employée, dangereuse à plus d'un titre, et sur les postulats de la thèse, qui lui sont communs au fond avec celle de Lévy-Bruhl : est-il sûr que la connaissance scientifique épuise les ressources de la pensée humaine ? et n'est-il pas trop commode d'exclure *à priori*, et sans distinctions préalables, en les confondant arbitrairement sous la même étiquette « primitives », toutes les aspirations métaphysiques, religieuses et mystiques ? R. Troude.

La logique des jugements de valeur. Théorie et applications, par Edmond Goblot, correspondant de l'Institut, professeur d'histoire de la philosophie et des sciences à l'Université de Lyon. In-8° de 208 pages. Armand Colin, éditeur, Paris.

On attendait avec curiosité ce complément annoncé au grand Traité de Logique du même auteur. On trouvera à le lire les mêmes plaisirs intellectuels; c'est la même pensée, ferme et drue, aimant à sortir des sentiers battus et à redresser l'erreur, brutalement s'il le faut, mais en toute franchise, aboutissant toujours à la formule concise et claire qui ne laisse pas prise à l'équivoque. C'est bien l'œuvre d'un logicien rompu à son métier : mais s'agit-il d'une œuvre de logique ? M. Goblot reconnaît qu'il est impossible d'apprécier un jugement de valeur sans analyser son contenu, sa matière : la recherche dès lors ne perd-elle pas tout caractère formel et technologique ? D'autre part, une logique doit donner des règles précises : on n'en rencontrera guère ici. Par contre, on lira nombre d'analyses et de discussions toujours vivantes, souvent spirituelles, roulant sur des sujets de psychologie, d'économie politique, de morale, de sociologie, de métaphysique et de pédagogie, et dont les conclusions, pour originales et radicales qu'elles soient, sont loin de s'imposer avec la force de l'évidence. En somme, on se demande si M. Goblot n'a pas été heureux de profiter d'une occasion pour nous dire ce qu'il pensait sur un certain nombre de questions qui lui tenaient à cœur. Cela ne diminue pas les mérites de son ouvrage. Cela en précise le sens et la portée.

R. Troude.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Dr Alberto Mochi. — La Connaissance Scientifique. (*Bibliothèque de Philosophie contemporaine*). In-8° de 270 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

G. Franche. — Traitement thermique de l'acier et ses essais. In-16 de 239 pages avec 121 figures et 8 pl. hors-texte. Girardot, éditeur, Paris. — Prix : 18 fr.

Jollivet Castelot. — Chimie et Alchimie. In-18 de 288 pages. Nourry, éditeur, Paris. — Prix : 15 fr.

Vera Kovarsky. — La Mesure des capacités psychiques chez les enfants et les adultes, normaux et anormaux. In-8 de 200 pages avec 19 figures, 8 tableaux et 8 graphiques. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 25 fr.

Dr Sigm. Freud. — Essais de Psychanalyse. (*Bibliothèque scientifique*). In-8 de 320 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Dr E. Minkowski. — La Schizophrénie. Psychopathologie des schizoïdes et des schizophrènes. (*Bibliothèque scientifique*). In-8° de 268 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Goldsmith. — La psychologie comparée. In-16 de 354 pages avec 35 figures. Costes, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Rassak. — Psychologie de l'opinion et de la propagande politique. In-16 de 286 pages. Rivière, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Dr Ménétrier. — Cancer. In-8° de 432 pages avec figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 48 francs.

Institut Solvay. — Conductibilité électrique des métaux et problèmes connexes. (Rapports et discussions du quatrième conseil de physique Solvay). In-8° de 368 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

Raoul Combes. — La vie de la cellule végétale (*Collection A. Colin*). In-16 de 200 pages. Colin, éditeur, Paris. — Prix : 9 fr.

J. Métalnikov. — L'infection microbienne et l'Immunité chez la mite des abeilles, *Galleria mellonella*. In-8° de 160 pages avec 22 figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

Jacques Rueff. — Théorie des phénomènes monétaires. (*Bibliothèque Scientifique*). In-8° de 300 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 40 fr.

E. Kretschmer. — Manuel théorique et pratique de psychologie médicale (*Bibliothèque scientifique*). In-8° de 250 pages avec 24 figures. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

P. J. Plaskitt. — Microscopic fresh-waser life. In-8° de 278 pages avec 286 figures. Chapman and Hall, éditeurs, London. — Prix : 13 sh.

C. J. Brokman. — Electro-organic chemistry. In-8° de 381 pages. John Wiley, New-York et Chapman and Hall, London, éditeurs. — Prix : 25 sh.

Askinson. — Le manuel du parfumeur, 4e édition française, revue par R. Sornet. In-8° de 141 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 18 fr.

A. Boutaric. — La physique moderne de l'Electron. (Les sources de l'Electron). In-16 de 266 pages avec figures. (*Nouvelle collection scientifique*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Dr Gustave Le Bon. — L'évolution actuelle du monde. Illusions et réalités. (*Bibliothèque de philosophie scientifique*). In-16 de 301 pages. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 13 fr.

James Henry Breasted, Ph. D. — Histoire de l'Egypte depuis les temps les plus reculés jusqu'à la conquête persane.

Pierre-Jean. — La descendance. In-8° avec figures. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

R. Zaepffel. — Le Pigeon-voyageur. Elevage. Concours. Maladies. In-16 de 150 pages avec 38 gravures. Librairie agricole de la Maison rustique, Paris. — Prix : 9 fr.

Le Gérant : M. Hédan.

Imp. P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 23 — 65e ANNÉE — 10 DÉCEMBRE 1927

LE SYSTÈME SPECTRAL DES RAYONS RÖNTGEN ET LA STRUCTURE ATOMIQUE (1)

La découverte du noyau atomique par Sir E. Rutherford en 1911 et le développement de la théorie de Bohr, en 1913, suivie de l'admirable travail de Moseley, ont montré que les éléments chimiques étaient constitués par des électrons, en nombre égal au numéro atomique, décrivant des orbites stationnaires, circulaires et elliptiques, autour d'un minuscule centre positif, et que les spectres des rayons X donneraient la clef de cette structure. Rappelons donc en quelques mots l'historique de cette question.

Les rayons X caractéristiques des éléments ont été découverts en 1908 par Barkla, qui les excitait par fluorescence, c'est-à-dire en éclairant divers éléments par des rayons X plus pénétrants, et les caractérisa par leurs coefficients d'absorption dans l'aluminium. Barkla et ses collaborateurs trouvèrent qu'en général, chaque élément possédait deux rayonnements caractéristiques bien distincts, l'un environ trois cents fois plus pénétrant que l'autre, et que les pouvoirs de pénétration variaient régulièrement en fonction du poids atomique. La série la plus pénétrante fut dénommée la série **K**, et l'autre la série L. Simultanément Barkla montrait que le système d'absorption atomique des éléments était très simple et qu'il se réduisait à deux bandes K et L associées à l'émission des séries caractéristiques de même nom.

L'avènement de la spectrographie des rayons X, en 1913, confirma pleinement ces résultats déjà du plus haut intérêt. Elle montra que la série K possédait une simplicité remarquable, comportant apparemment seulement quatre raies. Par contre, la série L se révéla d'une structure plus complexe mais encore étonnamment simple par rapport aux spectres optiques qui, comme on le sait, peuvent renfermer des milliers de raies. Moseley, étudiant systématiquement les spectres de nombreux éléments, démontra qu'ils obéissaient à une loi d'une simplicité remarquable : la racine carrée de la fréquence de tout repère spectral, raie ou limite d'absorption, étant proportionnelle au *rang* de l'élément, par ordre de masse atomique croissante. Ce rang, définitivement précisé par ces fréquences fondamentales, fut appelé le *numéro atomique*. Il démontra immédiatement que cinq éléments demeuraient inconnus, qu'aucun ne précédait l'hydrogène et que le nombre de terres rares était strictement limité.

Moseley chercha à introduire dans la relation qu'il avait découverte les idées qui avaient conduit Bohr à interpréter, avec le succès que l'on sait, le spectre de l'hydrogène et la formule empirique établie par Balmer en 1885, pour rendre compte de sa structure. Il devint dès lors certain que l'analyse et la connaissance précise des spectres de rayons Röntgen jetteraient beaucoup de lumière sur la structure électronique de cette « sphère de choc » atomique, dont les dimensions avaient été précisées par la théorie

(1) Conférence faite le 17 mars 1927 au Conservatoire National des Arts et Métiers. Conférences d'actualités scientifiques et industrielles).

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

cinétique des gaz, en expliquant, du même coup, maintes propriétés physiques et chimiques des éléments et, en premier lieu, le mystère de la classification périodique.

La connaissance des *niveaux d'énergie* des électrons dans les états stationnaires des atomes est ainsi devenue d'une importance primordiale en atomistique, et les méthodes permettant de parvenir à ce résultat diffèrent, selon la grandeur de ces niveaux. Citons : l'étude des potentiels d'ionisation, des gaz et des vapeurs ; celle des potentiels critiques d'émission et d'absorption, dans le domaine de 100 à 1.000 volts ; la mesure, par les méthodes de la spectrographie de haute fréquence, des limites d'absorption et leur détermination indirecte par l'application

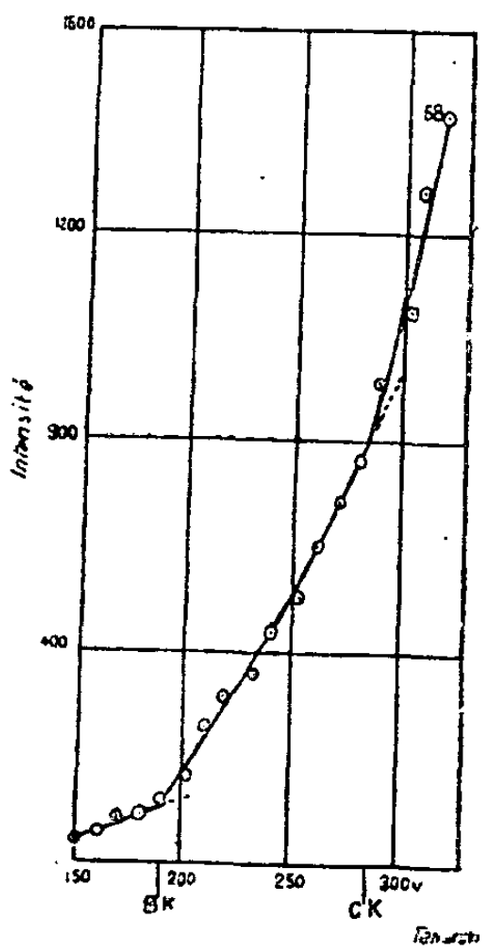


Fig. 296.

du principe de combinaison aux raies des spectres d'émission.

Les potentiels d'ionisation. — La première méthode a été principalement mise en œuvre dans le domaine des niveaux de faible énergie (jusqu'à 100 volts), en bombardant le gaz raréfié par des électrons animés d'une vitesse bien déterminée et uniforme, dans des appareils analogues aux lampes triodes. On mesure l'ionisation positive, ou la radiation produite, par son effet photoélectrique, ou ionisant, dans l'appareil lui-même, ou dans une chambre contiguë. Les gaz rares chimiquement inertes, ont des potentiels d'ionisation multiples et homologues relativement élevés. Les vapeurs des métaux alcalins, également monoatomiques, ont donné des valeurs uniques beaucoup plus faibles, en accord avec leur caractère électropositif accentué. D'une manière générale, les potentiels d'ionisation observés sont d'autant plus faibles que le numéro atomique est plus élevé ou que l'élément est plus électro-positif. La raison en apparaîtra évidente à la fin de cette étude.

Les potentiels d'ionisation des métalloïdes sont d'une interprétation plus complexe, par suite de leur existence sous forme de molécules à polyatomicité variable. Néanmoins, les potentiels d'ionisation semblent aujourd'hui assez bien connus pour une trentaine d'éléments. Le tableau I résume, par exemple, quelques valeurs relatives aux alcalins et aux gaz rares :

Eléments	Potentiels d'ionisation Volts	Eléments	Potentiels d'ionisation Volts
He	25,6	H^2	13,55
Ne	16,65-18,45-21,5	Li	5,37
A	11,55-13,0 -15,3	Na	5,11
Kr	8,4 - 9,8 -12,7	K	4,32
Xe	8,0 - 8,8 -10,9	Rb ...	4,16
		Cs	3,88

Les potentiels critiques. — Les potentiels critiques d'émission se déterminent de préférence en construisant un tube à rayons X à cathode incandescente et en bombardant l'anticathode — constituée par l'élément solide étudié — par des électrons de vitesse connue. Le rayonnement X est mesuré, soit par son effet photo-électrique, soit mieux, par l'ionisation qu'il produit dans une chambre d'ionisation contiguë à pression réduite. Les discontinuités apparaissant sur la courbe : ionisation-voltage donnent la mesure directe des niveaux d'énergie correspondants. La courbe reproduite sur la fig. 296 montre ainsi à 190 et 287 volts, l'apparition des rayons K, caractéristiques du bore et du carbone, obtenus avec une anticathode constituée de ces deux éléments.

Les potentiels critiques d'absorption se déterminent avec des appareils analogues en remplissant, par exemple, la chambre d'ionisation détectrice avec le gaz étudié sous une pression inférieure à celle donnant l'absorption totale, et en opérant entre les points singuliers de la courbe d'émission du rayonnement. On observe ainsi des courbes ayant même allure que la précédente, les points critiques correspondant au déclenchement des absorptions exercées par les différents niveaux. C'est ainsi que l'on peut observer pour le néon et l'argon, par exemple, des niveaux supérieurs à ceux indiqués dans la table précédente et respectivement égaux à 864 et 246 volts.

La spectrographie. Spectres d'absorption. — Mais la méthode générale de détermination des niveaux énergétiques de l'atome est la spectrographie de haute fréquence qui permet la mesure directe des limites d'absorption, depuis les valeurs les plus élevées jusque vers 1.000 volts, et qui, par l'application du principe de combinaison dans les spectres d'émission des éléments, permet la mesure de tous les niveaux, depuis les plus profonds, jusqu'aux plus super-

ficiels, retrouvant même ainsi les valeurs trouvées pour les potentiels d'ionisation. La méthode photo-électrique des spectres magnétiques corpusculaires secondaires, qui constitue un autre moyen d'attaque du problème, est fort loin de donner des résultats aussi détaillés et aussi précis. On sait, par contre, que c'est actuellement la méthode de choix pour la détermination des niveaux intra-nucléaires décelés par l'effet photo-électrique des rayons γ.

Les limites d'absorption s'observent en disposant sur le trajet d'un rayonnement Röntgen à spectre continu, un mince écran contenant,

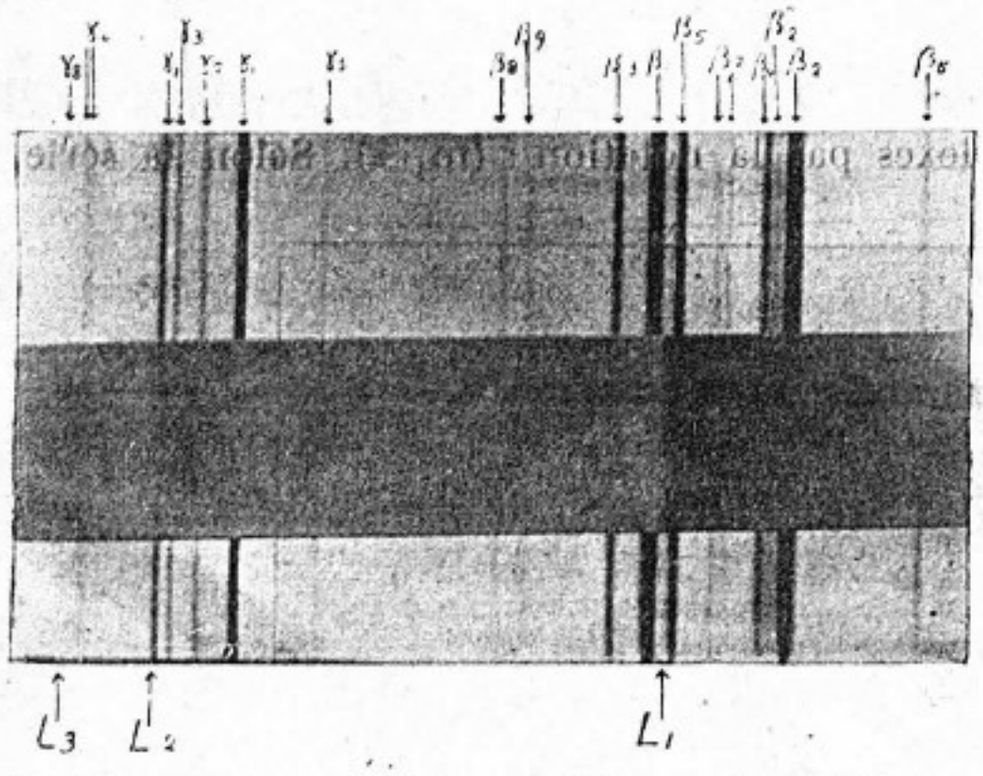


Fig. 297. — Spectre L d'émission et d'absorption de l'uranium

sous une forme quelconque, l'élément étudié. La partie centrale du cliché de la fig. 297 montre ainsi le spectre d'absorption L de l'uranium obtenu avec le rayonnement d'un tube à anticathode de tungstène. On voit qu'il comporte trois limites d'absorption dont les énergies, exprimées en volts, sont de : 17.110, 20.860 et 21.720 volts. Les trois séries L correspondantes de l'uranium ont été photographiées de part et d'autre sur la même plaque en munissant le tube d'une anticathode de ce métal. Elles présentent, comme on le voit, de nombreuses raies.

L'absorption *d'un rayon X* par un atome se traduit, comme l'on sait, par l'émission d'un électron photoélectrique (expériences de Wilson, spectres corpusculaires, etc.), et d'une fluorescence de haute fréquence consécutive du réarrangement électronique qui en résulte. Les limites d'absorption critique mesurent ainsi l'énergie juste suffisante pour extraire l'électron intra-atomique de son orbite stable. L'existence de plusieurs limites de fréquences voisines prouve que les divers groupes d'électrons ne possèdent pas exactement la même énergie, mais se différencient en sous-groupes. Tandis que la couche K est simple, la couche L est triple et les suivantes sont encore plus complexes. Nous verrons comment l'étude des spectres d'émission permet de compléter et de préciser ces données. Nous examinerons, à titre d'exemple, la série K avec quelque détail, mais, auparavant, nous rappellerons succinctement la structure des spectres optiques afin de mieux faire ressortir leur analogie étroite avec les spectres de rayons X.

Les spectres optiques. — La fig. 298 représente le spectre de l'hydrogène, tel qu'on l'observe (en *a*) dans la lumière venant de Sirius et (en *b*), au laboratoire, au moyen d'un tube à vide. On voit qu'il possède une structure régulière extrêmement simple et remarquable, les fréquences de chacune des raies étant données par la différence de deux termes, l'un constant et l'autre variable (série de Balmer). Outre cette série, dont les composantes de plus basse fréquence appartiennent au spectre visible, l'hydrogène émet encore deux séries de structure analogue, l'une, ultra-violette, ou série de Lyman, l'autre, infra-rouge, ou série de Paschen. Toutes peuvent être interprétées par une formule simple du type :

$$\nu = \frac{R}{n^2} - \frac{R}{m^2}$$

R étant la fréquence de Rydberg, qui mesure le potentiel d'ionisation de l'*atome* d'hydrogène, n un nombre ayant les valeurs 1, 2 ou 3, selon qu'il s'agit des séries de Lyman, de Balmer ou de Paschen et m, la suite des nombres.

Si l'on examine les spectres des éléments

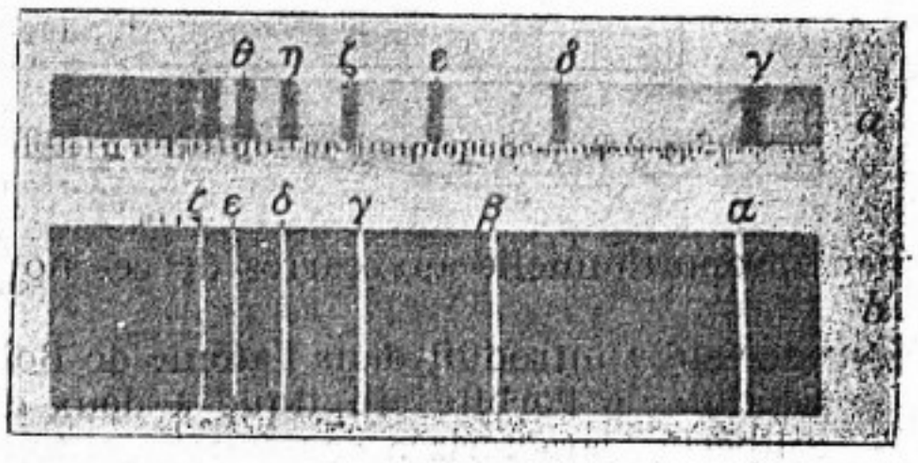


Fig. 298. — Spectre de l'Hydrogène
(a) dans Sirius. (b) dans un tube à vide.

alcalins on s'aperçoit qu'ils peuvent aussi se classer en séries de structure analogue. La fig. 299 représente les spectres bien connus du lithium et du sodium, ce dernier, comparé à celui du fer et subdivisé en trois séries formées de fins doublets. Le premier terme de la série dite « principale » — correspondant à la série de Lyman de l'hydrogène — est le doublet jaune familier D_1 D_2 (lumière du sodium). La série de Balmer trouve ici son homologue dans les deux séries dites « nette » et « diffuse » formées, elles aussi, d'une suite de doublets de plus en plus

serrés vers la limite d'absorption et de plus en plus faibles.

D'après l'interprétation donnée par Bohr de la formule de Balmer et de la constante de Rydberg, les diverses raies de ces spectres optiques sont émises lorsqu'un électron superficiel — gravitant normalement sur la trajectoire pour laquelle l'atome possède l'énergie interne minima — en est momentanément déplacé, par choc électronique ou absorption d'énergie radiante, et qu'il retourne sur sa trajectoire initiale. Chacun des termes successifs mesure donc l'énergie de l'électron sur la succession des orbites virtuelles, planes et circulaires, qu'il est susceptible d'occuper.

Chaque orbite est caractérisée par son numéro d'ordre, égal à son nombre quantique n, et l'énergie des divers états stationnaires est inversement proportionnelle aux carrés de ces nombres.

Sommerfeld a introduit dans l'atome de Bohr la conception de l'orbite elliptique à deux degrés de liberté, caractérisée par conséquent par deux nombres quantiques, le nombre total précédent n, qui mesure toujours l'énergie de l'orbite, et un nombre azimutal k qui détermine le paramètre de l'ellipse et, par suite, son excentricité. La fig. 300 représente à l'échelle les premières orbites n_k de l'atome d'hydrogène : orbites circulaires pour lesquelles K = n et elliptiques pour lesquelles K prend les diverses valeurs : 1, 2, 3... n — 1. Les diverses transitions donnant naissance aux raies α et β de la série de Balmer, sont représentées par des flèches. Seules sont permises celles pour lesquelles la variation de K est égale à l'unité : c'est le « principe de sélection ».

On conçoit maintenant pourquoi les spectres des alcalins ressemblent tant à celui de l'hydrogène. Nous verrons ultérieurement que, dans cette famille d'éléments, il existe un électron superficiel gravitant sur une orbite à grande excentricité. Pour ce corpuscule, la charge positive centrale +Ne est réduite à une unité, par suite de l'*effet d'écran électrostatique* causé par les N—1 électrons disposés entre le noyau et lui. Le schéma de l'hydrogène sera donc applicable aux orbites virtuelles possibles de l'électron extérieur : ces éléments seront comme l'on dit « hydrogénoïdes ». Néanmoins, il s'introduira une petite correction α dans les termes de séries qui seront de la forme :

$$\frac{R}{(m+\alpha)^2}$$

On convient de représenter ces termes complexes par la notation : (m, α). Selon la série,

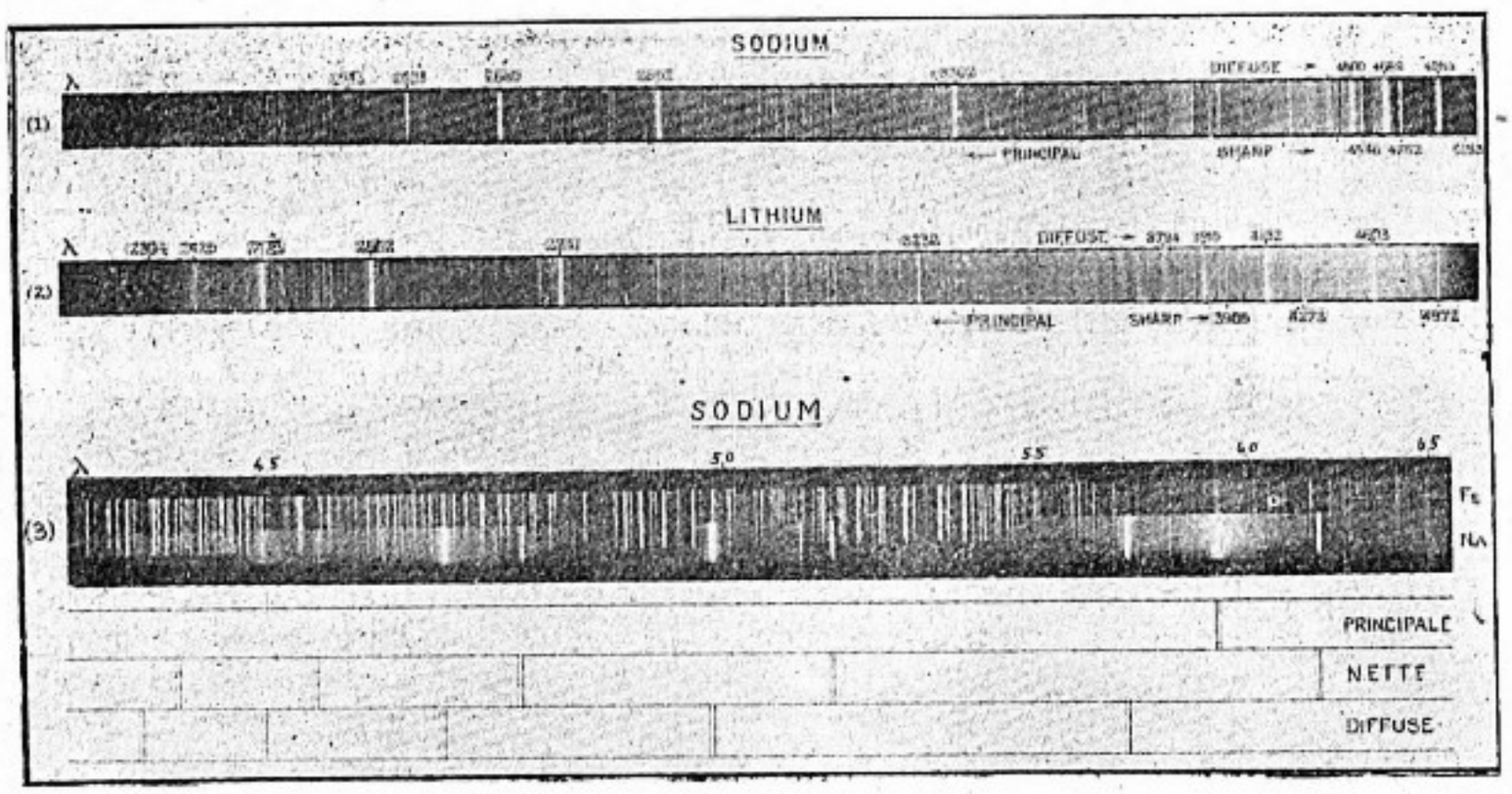


Fig. 299. — Spectres d'arc du sodium et du lithium montrant les séries les plus importantes.

α peut prendre une suite de valeurs remarquables : s, p, d, b et la série principale se mettra sous la forme :

$$(1,s) - (m,p)$$

De même, les séries nette et diffuse s'écriront :

$$(2,p) - (m,s)$$
$$(2,p) - (m,d) \text{ etc.}$$

La série K. — Nous avons dit que la série K des éléments paraissait constituée par quatre raies qui sont désignées sous les noms de α_2 α_1 β et γ, par ordre de fréquence croissante. La figure 301 représente par exemple la série K du ruthénium par exemple. Sa structure est en réalité plus complexe, comme on s'en aperçoit en augmentant beaucoup le pouvoir séparateur du spectrographe. Les raies α_1 et α_2 forment tout d'abord un doublet remarquable, la composante de plus haute fréquence étant juste deux fois plus intense que

l'autre — exactement comme dans le cas du doublet jaune D_1 D_2 du sodium —. De plus, leur différence de longueur d'onde est constante en fonction du numéro atomique. Lorsqu'on examine les raies β et γ avec une très grande dispersion, on les résout aussi en doublets ayant exactement les mêmes caractères que α_1 α_2. La série K offre donc une structure remarquable tout à fait comparable à celle de la série principale des « hydrogénoïdes » : c'est la série principale des spectres de rayons Röntgen.

Elle présente aussi des modifications du plus haut intérêt pour les éléments légers. En dehors des variations relatives d'intensité qu'éprouvent successivement les divers termes de haute fréquence lorsque le numéro atomique croît, on constate que la raie β disparaît pour l'aluminium et la raie γ pour le scandium. La série K se réduit à une raie unique pour les premiers éléments pour lesquels elle existe, c'est-à-dire le bore et le carbone: c'est ce que montre la fig. 302, qui représente la raie $K\alpha_2$ de ces deux éléments,

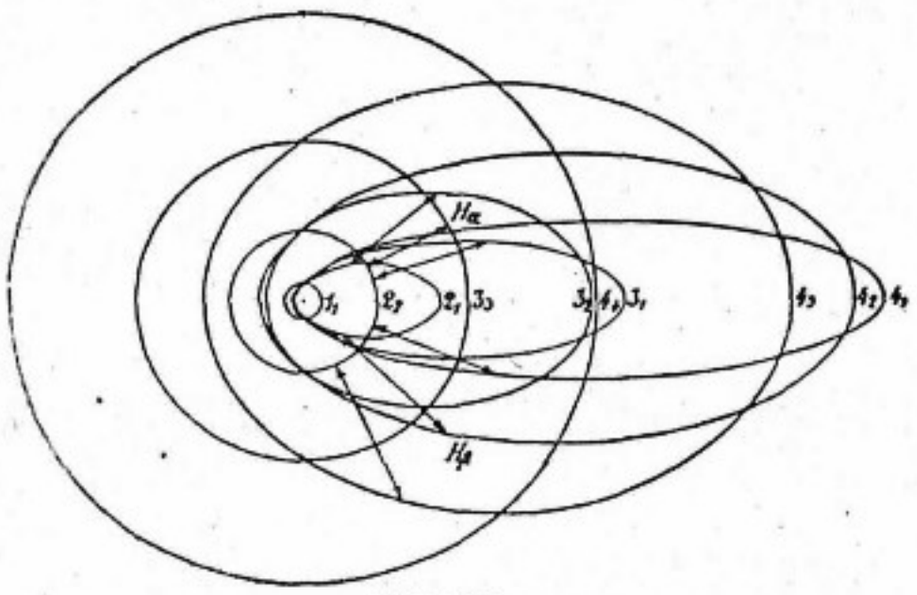


Fig. 300.

à 45 et 73 unités Angström dans le spectre Röntgen extrême (comparer avec la fig. 296).

Ces spectres prouvent que les niveaux L, M, etc. manquent dans les éléments légers, et l'histoire de la série K nous fait assister à l'édification électronique progressive d'éléments de plus en plus compliqués.

Malgré cette frappante analogie de structure qui se manifeste entre les séries principales optiques et de Röntgen, nous devons cependant remarquer que les premières sont beaucoup plus riches en raies que les secondes. Cette particularité s'explique immédiatement lorsqu'on remarque que, pour les spectres optiques, les diverses orbites virtuelles possibles sont d'autant plus nombreuses que l'atome est plus libre, c'est-à-dire que le gaz ionisé est plus raréfié. C'est pourquoi le spectre stellaire de l'hydrogène contient plus de raies que ceux obtenus avec les tubes à vide. Dans le cas du spectre Röntgen, au contraire, les orbites ne sont plus virtuelles mais sont normalement occupées par les électrons satellites du noyau. Les diverses orbites à 1, 2, 3 quanta du schéma de Bohr sont, dans un atome lourd, celles des électrons K, L, M, etc., et un quantum de radiation monochromatique est émis chaque fois qu'un électron d'une certaine couche vient occuper une place rendue libre par ionisation dans une couche sous-jacente. Comme le nombre des couches est limité et égal, au plus, à cinq dans les atomes lourds, le nombre des doublets de la série K ne peut être supérieur à ce chiffre.

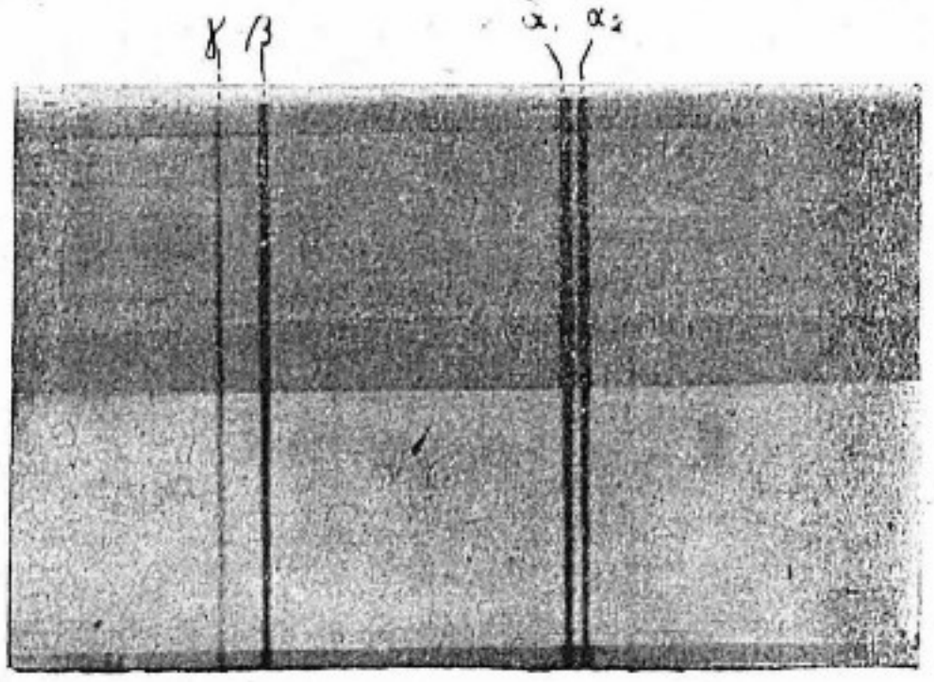


Fig. 301. — Série K du ruthénium

Le système spectral des rayons X. — L'analogie que nous avons poursuivie entre les séries

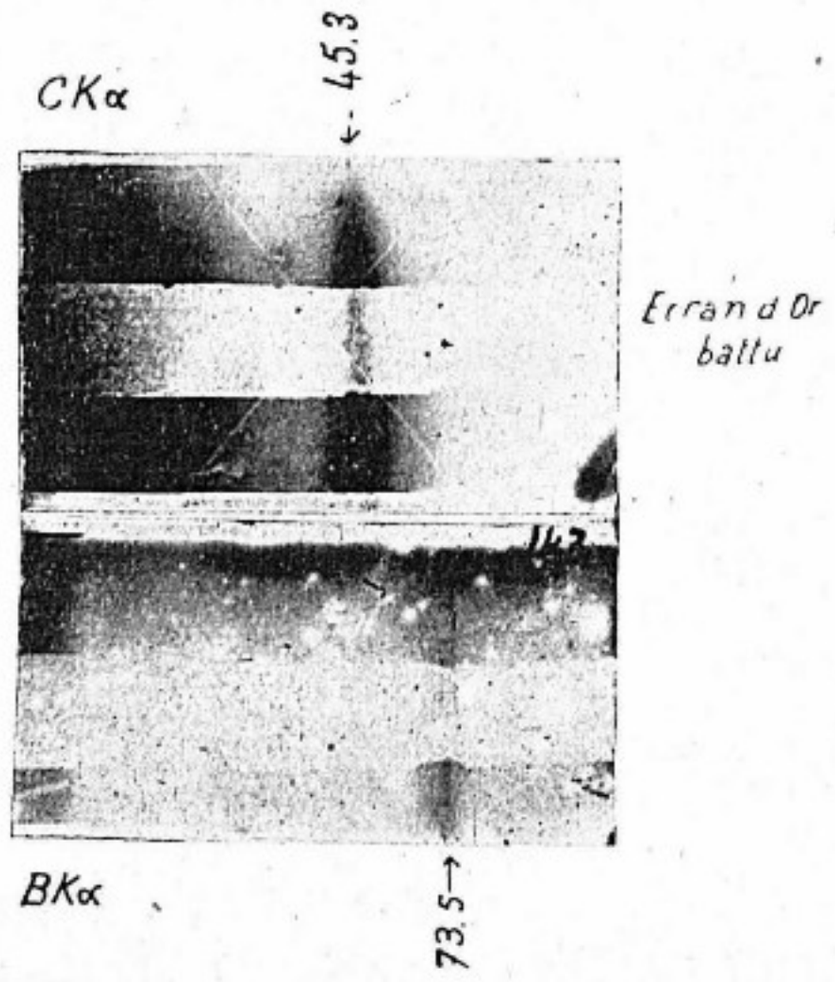


Fig 302. — Raie $K\alpha_2$ du carbone et du bore.

optiques principales et la série K se retrouve dans toutes les autres. C'est ainsi que les séries « nette » et « diffuse » se retrouvent dans les séries L et que la série de Bergmann a son analogue dans les séries M. L'ensemble de ces ré-

sultats est rassemblé dans le tableau II (voy. fig. 303), sur lequel les différentes raies formant chaque série s'obtiennent par la combinaison de deux niveaux, celui du départ de l'électron et celui de son arrivée. Les orbites électroniques y sont considérées dans l'espace et, à leurs trois

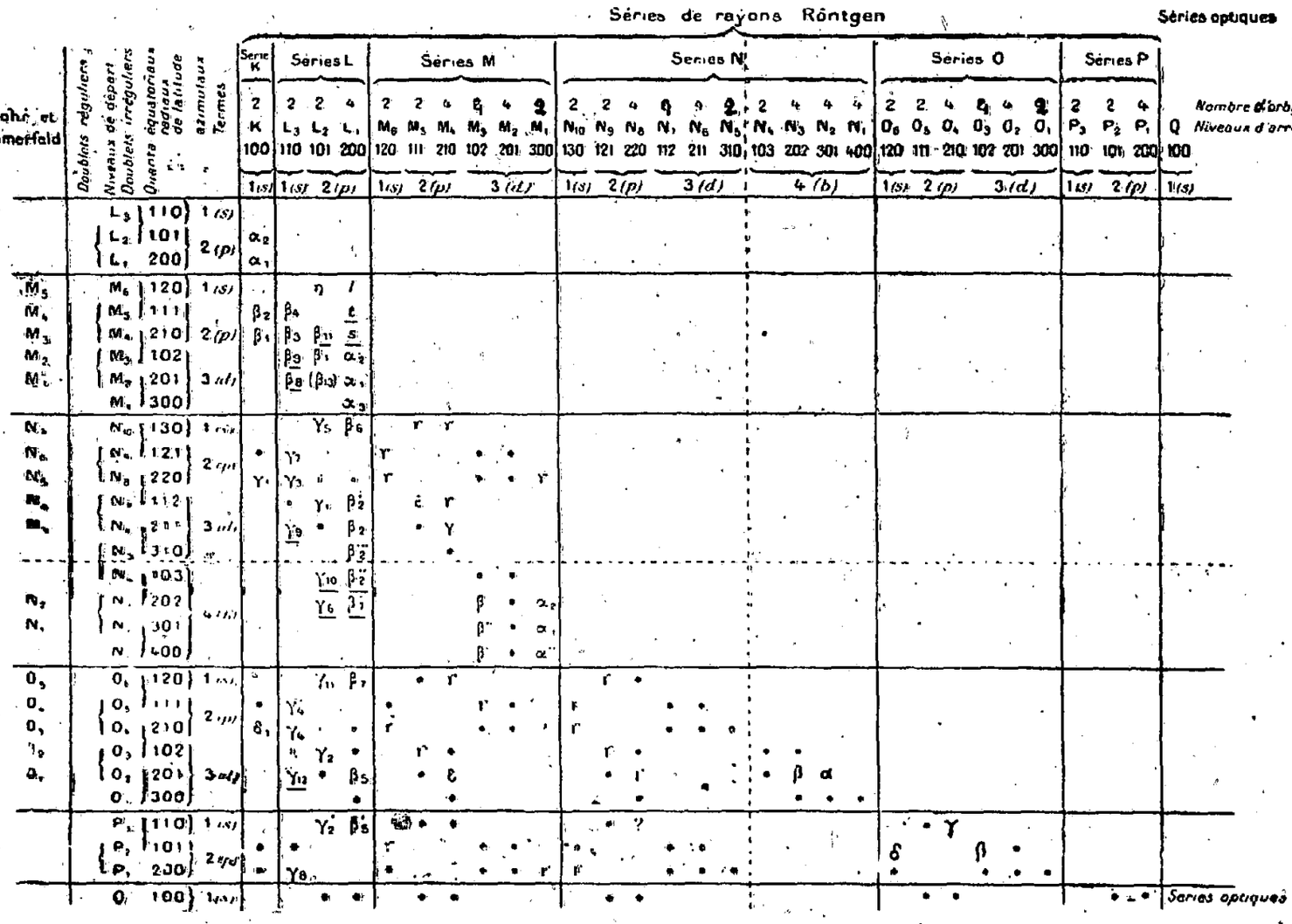


Fig. 303

degrés de liberté, correspondent trois nombres quantiques (Smekal, L. de Broglie), dans un système de coordonnées cylindriques. Le nombre quantique total, qui détermine l'énergie moyenne des couches d'électrons, est égal à la somme des trois, et le quantum azimutal est égal à la somme du quantum équatorial (ou de longitude) et du quantum de latitude. La théorie indique que le nombre de niveaux subdivisant chaque couche est égal à :

$$\frac{n\,(n+1)}{2}$$

ce qui donne 3 niveaux L, 6 niveaux M et 10 niveaux N.

On remarque aussi que toutes les transitions possibles entre niveaux n'ont pas lieu, sinon toutes les cases du tableau II seraient occupées et les spectres de rayons X seraient bien plus complexes qu'ils ne le sont. A des rares exceptions près, les transitions obéissent au principe de sélection.

Si l'on caractérise les niveaux internes, ayant même quantum azimutal que les niveaux optiques, par les mêmes notations : s, p, d, b, on voit immédiatement que la série K répond à la même formule que la série principale optique : (1, s) — (m, p).

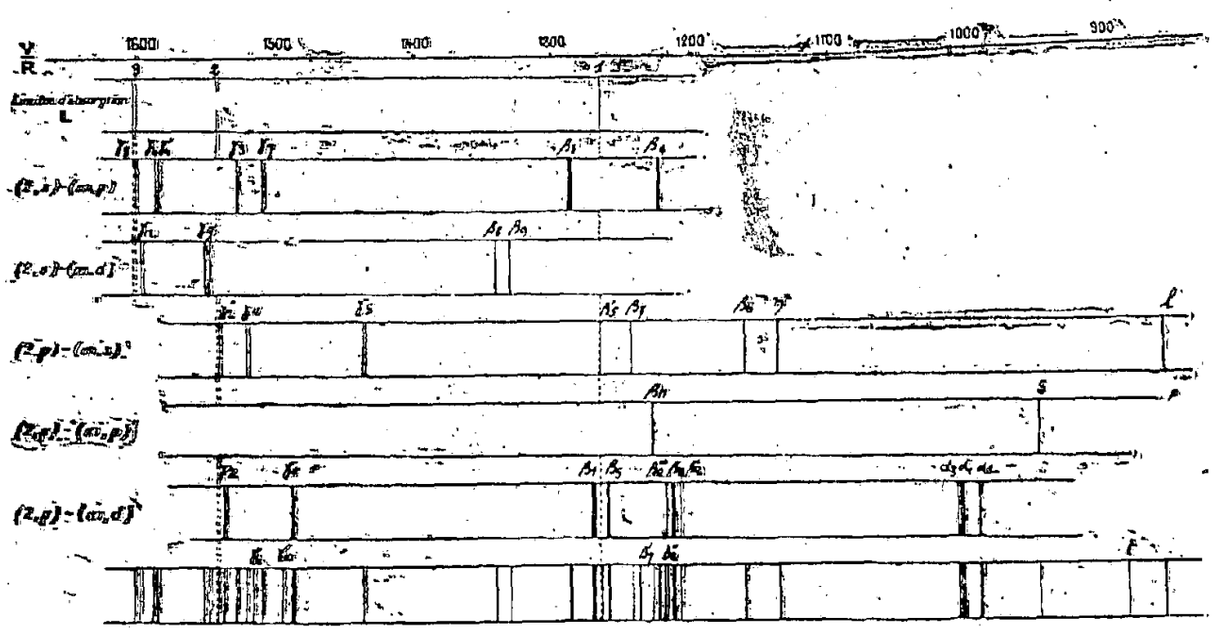


Fig. 304

Nous voyons aussi que les orbites L_3 sont de même nature que les orbites K et que la série L_3 de symbole : (2, s) — (m, p), présente une

structure analogue à celle de la série K. Ce fait est bien démontré par la fig. 304 qui représente, à l'échelle des fréquences, le spectre L de l'uranium de la fig. 297, avec sa subdivision en deux séries L_s et deux séries L_1 L_2. Le rapport des intensités des composantes des doublets des deux premières est encore ici très simple et égal à deux. Ce même rapport s'observe aussi entre les composantes des doublets L_1 L_2 formant la série « nette » : (2, p) — (m, s).

Ces raies sont *nettes* parce que, dépourvues de satellites. On voit au contraire que la série : (2, p) — (m, d) dénommée « diffuse » mérite bien son nom, les composantes de plus grande longueur d'onde étant des triplets serrés. L'analogie avec la série optique correspondante est si grande que l'on retrouve, ici encore, les mêmes rapports d'intensité 9 : 1 : 5 pour les raies $L\alpha_1$: α_2 : β_1 que ceux observés par Burger et Dorgelo dans le spectre d'arc du césium.

Ces doublets L_1 L_2 sont identiques à ceux de la fig. 299 représentant les séries nette et diffuse du sodium. Ils ne doivent pas être confondus avec les doublets de la série de Balmer, qui ont été interprétés par une théorie célèbre due à Sommerfeld et imprudemment étendue aux spectres Rontgen. Les doublets L_1 L_2 sont aujourd'hui considérés, non comme dus à un effet de relativité, mais très probablement de champ magnétique interne. Dans le cas de l'hydrogène, les orbites L_1 et L_2 sont confondues et distinctes de L_3 (voy. fig. 300).

On voit donc comment le spectre L de l'uranium, en apparence parfaitement incohérent, se résout, au contraire, en séries de structure très simple et d'ordonnance mathématique. On peut en dire autant des autres séries M, N, encore

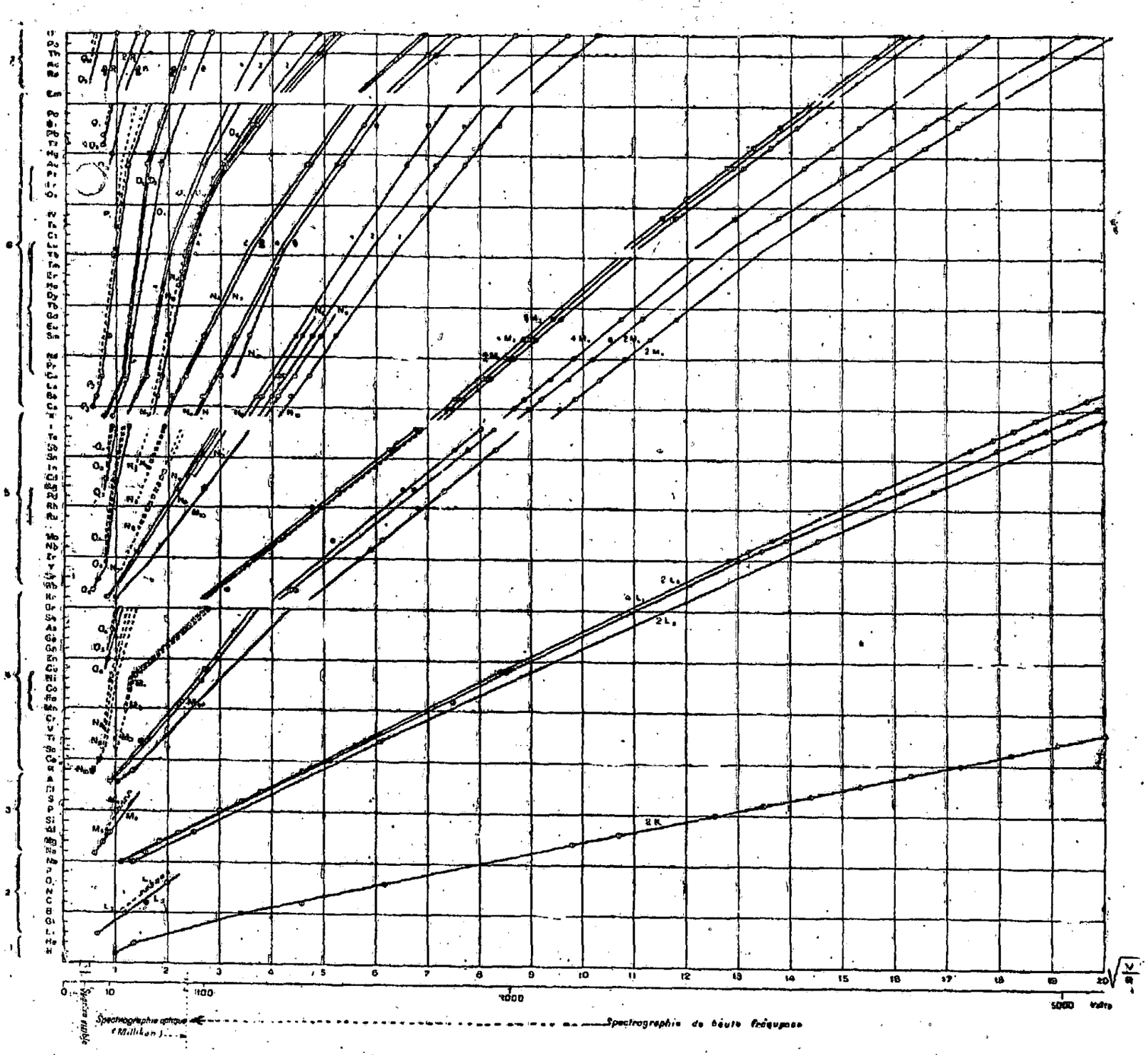


Fig. 305. — Graphique de Moseley.

imparfaitement connues. Ce résultat simple a toutefois été très difficile à mettre en évidence, et il n'est apparu qu'au bout de plusieurs années d'efforts (1).

Le graphique de Moseley. — La connaissance des niveaux d'énergie à laquelle nous sommes parvenus nous offre une représentation schématique complète du système d'édification électro-

(1) Les auteurs étrangers (Bohr, Sommerfeld), s'appuyant sur les résultats expérimentaux de Coster, ne considèrent en général que cinq niveaux M et 7 niveaux N. On passe aisément d'un schéma à l'autre en réunissant les niveaux M_1 et M_2, N_1 et N_2, O_1 et O_2 et en confondant N_3, N_4 et N_5, N_6.

nique des éléments. Celle-ci est traduite graphiquement, sous la forme que lui a donné originalement Moseley sur la fig. 305. Les éléments y sont rangés par ordre de numéro atomique croissant depuis l'hydrogène jusqu'à l'uranium. Les abscisses représentent les racines carrées des fréquences critiques et leurs valeurs correspondantes en volts. On remarque le faible espace occupé par le spectre visible, dans lequel se placent les potentiels d'ionisation des éléments les plus électro-positifs. Le spectre ultra-violet a été étendu par Millikan jusqu'à 136 angströms. Celui des rayons Röntgen est connu depuis 0,105 Å (limite K de l'uranium) jusqu'au spectre ultra-violet. La jonction entre les deux domaines a été obtenu par les séries o du thorium, que représente la fig. 306, et qui renferment des raies atteignant jusqu'à 128 Å. Nous

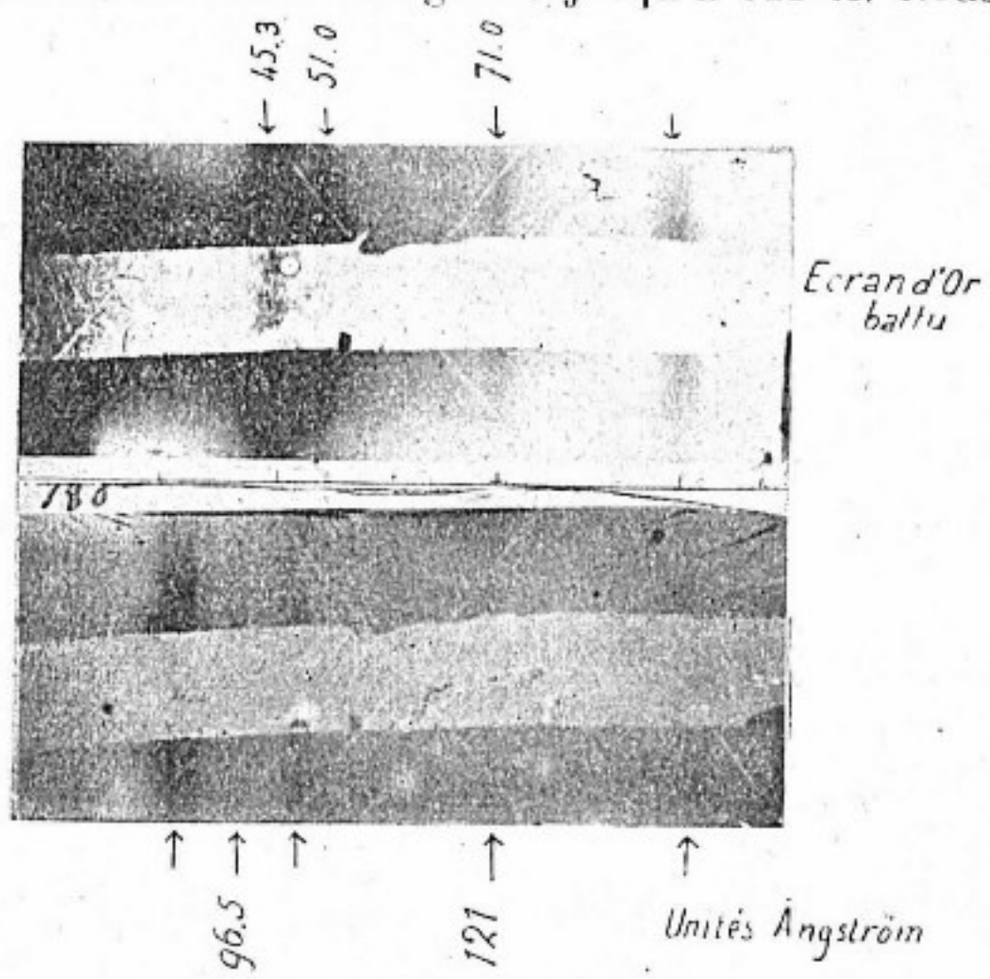


Fig. 306. — Séries N et O du thorium.

savons donc aujourd'hui effectuer la spectrographie des rayonnements ondulatoires, et sans solution de continuité, depuis les ondes hertziennes les plus longues jusqu'aux rayons Röntgen les plus courts.

On remarque que, pour un élément donné, l'énergie moyenne des différents termes : K, L, M etc., varie sensiblement comme l'inverse des carrés de la suite des nombres, comme dans l'atome d'hydrogène. Si dans la formule de Bohr régissant le spectre de cet élément, nous introduisons une charge nucléaire égale à +Ne et que l' « effet d'écran » soit exercé par p corpuscules internes nous obtenons, pour la valeur des fréquences critiques, l'expression :

$$\nu = \frac{R(N-p)^2}{n^2} \quad \text{ou} \quad \sqrt{\frac{\nu}{R}} = \frac{N}{n} - p$$

c'est-à-dire la loi de Moseley. Nous voyons sur la figure 10 que ces relations linéaires sont bien vérifiées par l'expérience dès qu'un niveau est définitivement constitué et qu'il demeure ensuite inchangé — à son énergie près — lorsque l'édifice se complique. Nous voyons aussi que la valeur de n est donnée — sur le graphique — par la *pente* des droites de Moseley et que *le nombre de corpuscules internes p* peut se déduire du point d'intersection du prolongement de ces droites avec l'axe des numéros atomiques.

Si nous appliquons ces relations, d'une forme remarquablement simple, au graphique ci-dessus, nous obtenons les valeurs suivantes :

	K	L	M	N
n	1	2,2	3,4	4,9
p	1,5	9,5	29	64

On voit que les nombres n' s'écartent d'autant plus des valeurs théoriques 1, 2, 3, 4 que les niveaux sont plus complexes et que les nombres p sont voisins des valeurs entières simples 2 ; $2+8=10$; $2+8+18=28$; $2+8+18+32=60$, qui résultent de la périodicité apparente sur le graphique. Cet accord peut même être considéré comme inespéré, si l'on réfléchit à la simplicité des hypothèses mises en œuvre au cours desquelles on a essayé d'appliquer à des atomes lourds et compliqués les postulats simples de Bohr relatifs à l'atome d'hydrogène.

Il en résulte que les « couches » successives d'électrons K, L, M, N, etc., seront respectivement chargées de : 2, 8, 18, 32 électrons — nombres égaux à $2n^2$ —. Mais la pluralité des niveaux nous indique, en outre, que ces groupes seront subdivisés eux-mêmes en sous-groupes. Certaines considérations, basées sur l'étude des bandes d'absorption et les spectres magnétiques corpusculaires, ont permis de préciser — tout au moins dans la couche L — la répartition des orbites de différents types. On a trouvé :

$$2L_3,\ 2L_2,\ 4L_1$$

Par raison de symétrie et d'analogie on peut admettre que la distribution a lieu dans les couches plus complexes selon les indications portées sur le tableau II. La répartition proposée pour les niveaux M et N est seulement provisoire et demande de nouvelles recherches.

La liaison des noyaux et des électrons planétaires. — Si nous étudions l'édification progressive des orbites intra-atomiques telle qu'elle peut se déduire de l'examen du graphique de Moseley, nous voyons que le niveau K est formé par la liaison du noyau avec deux électrons d'égale énergie. La structure, à symétrie binaire, qui en résulte, explique la grande stabilité et l'inertie chimique de l'atome d'hélium, qui possède, comme nous l'avons vu, le plus haut potentiel d'ionisation de tous les éléments. Nous voyons aussi que le 3e électron qui contribuera à constituer l'atome de lithium, va occuper une orbite L_3 de même type (1, s) que les précédentes, mais d'énergie considéra-

blement moindre, par suite de l'effet d'écran de la couche stable K sous-jacente. Cet électron sera donc faiblement lié (faible potentiel d'ionisation) et l'atome résultant aura un caractère électropositif et des propriétés chimiques très accentuées.

Ce caractère ira en décroissant pour les éléments suivants, la couche L acquérant une configuration symétrique stable, à tel point que, pour les derniers éléments de la période, la tendance naturelle sera, au contraire, de compléter cette configuration L et qu'on aboutira à des éléments de plus en plus électronégatifs, comme O et F, pour lesquels les orbites L_1 sont asymétriques. Avec le néon, on parviendra à un édifice pour lequel la couche L est complète, et l'on peut constater que les trois niveaux L prennent pour cet élément une nouvelle valeur qui sera le début des niveaux L définitifs. Cette configuration complète sera responsable de la grande stabilité de cet élément et de son haut potentiel d'ionisation. Ces considérations peuvent se répéter pour l'édification des 3 niveaux M de plus grande énergie, tout à fait semblables aux 3 niveaux L précédents, depuis le sodium jusqu'à l'argon. Mais la formation ultérieure des 3 derniers niveaux M, qui sont d'un type nouveau (3, d), va introduire un accident dans la périodicité précédente. La formation des niveaux N, qui avait débuté au potasium, va faire place, à partir du titane, à l'achèvement de la couche M et les électrons s'ajouteront, non plus comme électrons superficiels, comme ils le faisaient jusqu'ici, mais comme électrons internes. Il en résultera l'apparition d'une *famille chimique* qui est celle des métaux ferreux, du titane au nickel — pour lesquels les propriétés chimiques seront voisines, et la valence complexes, par suite de la faible différenciation énergétique des différents niveaux M de moindre énergie. De plus, l'apparition de ces orbites en surnombre va introduire momentanément une dissymétrie interne qui se traduit par l'apparition de propriétés magnétiques remarquables, comme nous le verrons plus loin.

Avec le cuivre commence l'édification des orbites O de plus grande énergie, mais cet élément ne sera pas pour cela un métal alcalin. En effet, la couche électronique sous-jacente n'est plus une couche de gaz rare à 8 électrons, mais une enveloppe plus complexe de 10, dont l'effet d'écran sera moins parfait par suite de sa moindre symétrie. Le caractère électropositif sera donc moins accentué que pour les alcalins. De plus, la liaison de l'électron de valence étant peu différente de celle des 2 corpuscules sous jacents, ceux-ci pourront aussi entrer en liaison chimique, d'où valence variable. On ne connaît, en réalité, que deux valences pour le cuivre, mais on en connaît effectivement 3 pour l'or, dont la structure est analogue.

Les mêmes phénomènes se reproduisent dans la période krypton-xénon, dans laquelle les orbites N_7, N_6 et N_5 se chargent aussi de 10 électrons, en prenant la structure de la couche M. La famille chimique correspondante est ici celle du palladium. Mais la couche N est encore incomplète, et les 14 électrons qu'elle doit encore acquérir seront la cause de l'apparition au cérium d'une famille chimique nouvelle, extrêmement remarquable, qui est celle des *terres rares*. L'addition des électrons étant, cette fois-ci, tout à fait interne, puisqu'il existe une couche O à 8 électrons et 3 corpuscules P de valence, les propriétés chimiques et la valence seront invariables dans tout le groupe et les propriétés magnétiques se manifesteront avec une énergie extraodinaire.

La couche O va enfin se compléter, toujours selon les mêmes règles et le même mécanisme, en donnant naissance à la famille du platine, après quoi la couche P se complètera à 8 électrons pour le niton. Les éléments qui apparaissent alors sont radioactifs, et il semble que l'ins-

Nombre d'électrons dans les couches complètes et nombre de quanta

	1 A	1 B	2 A	2 B	3 A	3 B	4 A	4 B	5 A	5 B	6 A	6 B	7	8
2 K_1	1 H													(2 He)
8 L_2	3 Li		4 Gl		5 B		6 C		7 N		8 O		9 F	10 Ne
18 M_3	11 Na 19 K		12 Mg 20 Ca		13 Al 21 Sc		14 Si 22 Ti		15 P 23 V		16 S 24 Cr, 25 Mn, 26 Fe, 27 Co, 28 Ni		17 Cl	18 A
18 N'_4	29 Cu 37 Rb		30 Zn 38 Sr		31 Ga 39 Yt		32 Ge 40 Zr		33 As 41 Nb		34 Se 42 Mo, 43, 44 Ru, 45 Rh, 46 Pd		35 Br	36 Kr
18 O_3	47 Ag 55 Cs		48 Cd 56 Ba		49 In 5		50 Sn 72 Cr		51 Sb 73 Ta		52 Te 74 W 75, 76 Os, 77 Ir, 78 Pt.		53 I	54 X
8 P_4	79 Au		80 Hg		81 Tl		82 Pb		83 Bi		84 Po		85	86 Em
6 Q_1	87		88 Ra		89 Ac		90 Th		91 UX_1		92 U			

(14 N'_4 Ce, Pr, Nd, 61, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu.)

Fig. 307. — Table périodique.

tabilité d'un noyau trop chargé et trop complexe soit la cause de la fin de la table périodique.

La table périodique. — Cette rapide esquisse

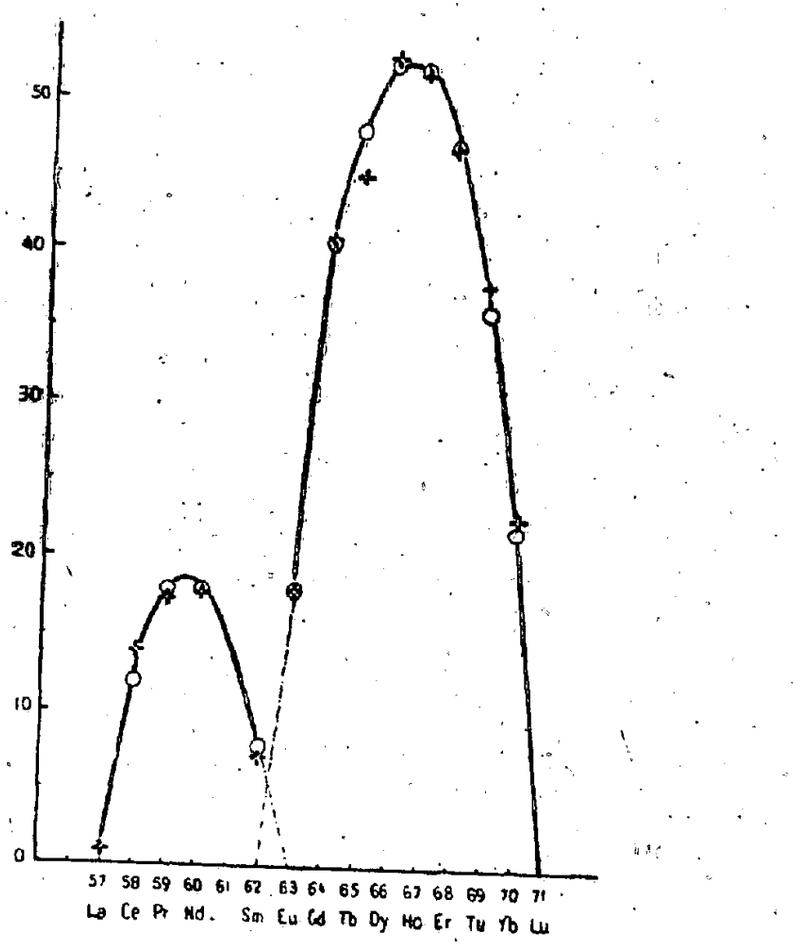


Fig. 308

du mode d'édification des éléments, tel qu'il nous est révélé par l'étude du système spectral des rayons X, va nous permettre de comprendre et d'interpréter la périodicité si remarquable de la classification naturelle de Mendelejeff. Les périodes apparentes de celle-ci — que l'on peut définir comme le nombre d'éléments compris entre deux gaz rares successifs — sont : 2, 8, 8, 18, 18 ; mais nous venons de voir que la conception des couches d'électrons exigeait en réalité : 2, 8, 18, 32. Nous avons reproduit sur le tableau III (fig. 306), la classification périodique en y introduisant la notion d'électrons superficiels, d'électrons internes et de couches d'électrons. La subdivision des familles chimiques en deux groupes A et B s'explique, comme nous l'avons vu, par la différente structure de la couche sous-jacente. Les familles du fer, du palladium, du platine et des terres rares correspondent à l'addition interne des électrons. La structure stable des systèmes formés par deux orbites croisées du type K ou de quatre orbites du type L_1, M_4, N_8, O_4, qui constituent les enveloppes successives des gaz rares, rend compte de l'inertie chimique de ces éléments et de celle des ions électropositifs ou électronégatifs de même structure comme Na^+, Mg^{2+}, Al^{3+} ou N^{3-}, O^{2-}, F^-, qui affectent celle du néon. Alors que les atomes de ces éléments ont une activité chimique considérable, nous voyons au contraire leurs ions subsister dans les solutions et les cristaux.

Le paramagnétisme. — Nous avons signalé que le paramagnétisme, qui est une propriété atomique, était localisé dans les familles chimiques où les électrons s'ajoutent sur des orbites internes. Ceci est démontré d'une manière frappante par les courbes dressées par

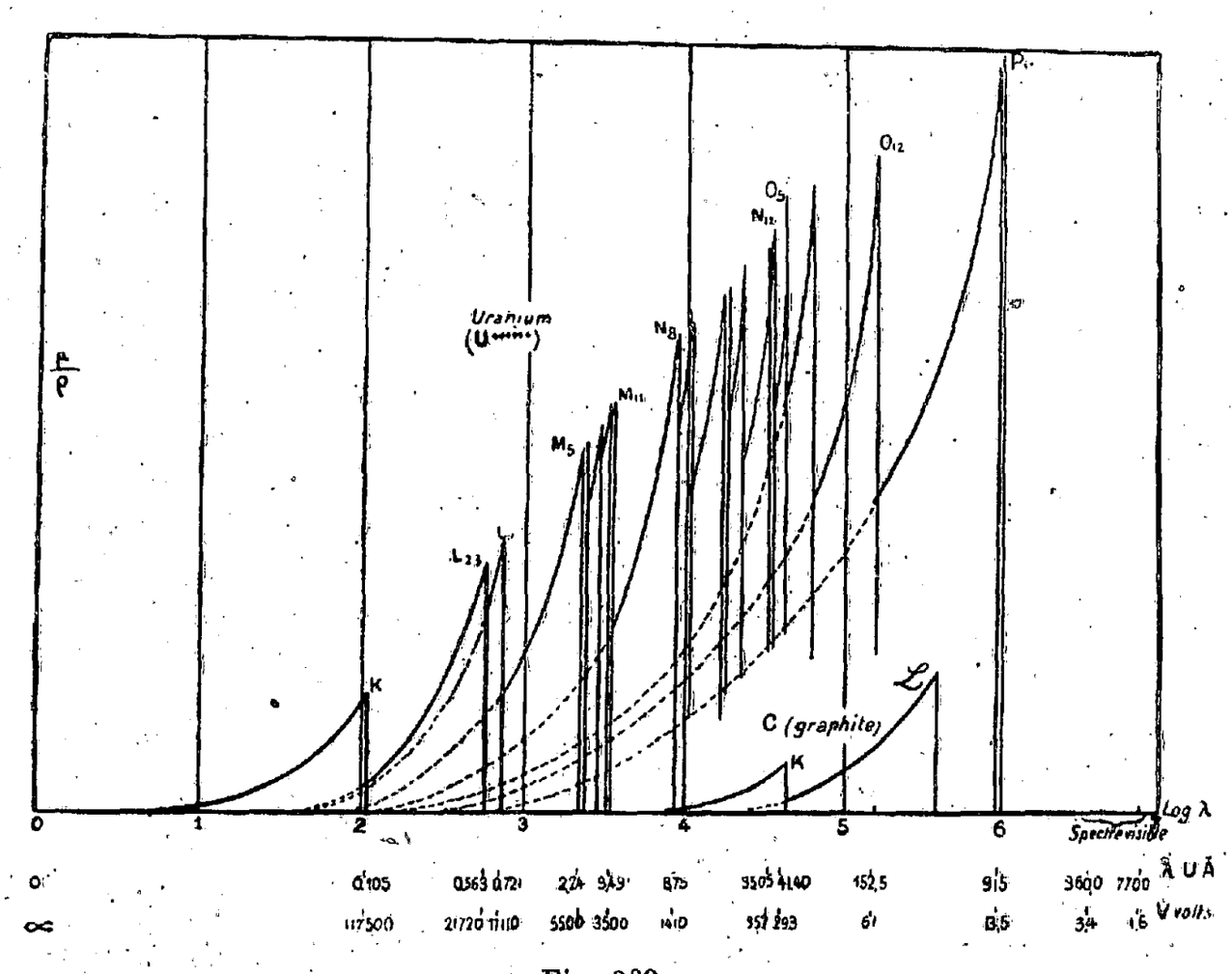


Fig. 309

B. Cabrera, représentant en fonction du *numéro atomique effectif*, c'est-à-dire du nombre des électrons subsistant dans l'ion (numéro atomique diminué de la valence), les variations du moment magnétique exprimé en magnétons de Weiss. Comme on le sait, ce magnéton n'a encore qu'une origine expérimen-

tale empirique et est cinq fois plus grand que le magnéton théorique de Bohr. Ces courbes présentent une continuité et une régularité parfaites. Dans le groupe du fer, l'ion $Ti^{4}+$, qui a une enveloppe symétrique d'argon et l'ion Cu^{+} qui a une enveloppe symétrique formée de dix corpuscules, sont diamagnétiques. Chose remarquable, les ions $Mn^{2}+$ et $Fe^{3}+$ qui possèdent tous deux 5 électrons sur leurs niveaux extérieurs, ont le même moment 29.

Plus remarquable encore est le paramagné-

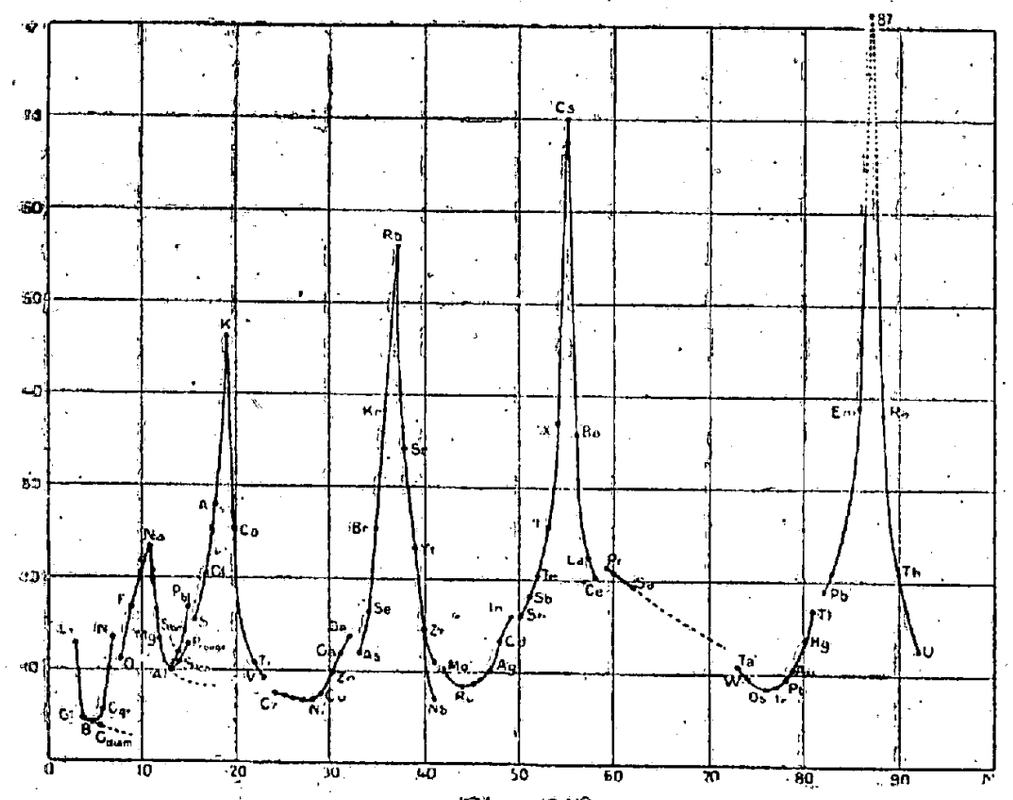


Fig. 310

tisme manifesté dans le groupe des terres rares. La fig. 308 montre que la susceptibilité passe par deux maxima correspondant l'un, au groupe cérique, l'autre, au groupe ytterbique. Le premier semble dû à l'édification des orbites N_1 et N_3 avec 6 électrons, tandis que le second aurait pour origine la formation des orbites N_2 et N_1 avec 8 corpuscules. Plusieurs faits significatifs montrés par les spectres L et M de ces éléments semblent s'accorder avec cette conception.

Le système d'absorption des éléments. — La connaissance du système des niveaux des éléments chimiques permet de se rendre compte de leurs propriétés absorbantes vis-à-vis des radiations ondulatoires, depuis la lumière visible jusqu'aux rayons X « pénétrants ». Chacun des niveaux du graphique de Moseley correspond à un système d'absorption indépendant, dans lequel toute radiation de fréquence supérieure à la fréquence critique est absorbée selon la loi de Bragg, c'est-à-dire proportionnellement au cube de la longueur d'onde. Nous avons représenté schématiquement sur la fig. 309 le système des bandes d'absorption atomiques de l'uranium et du carbone en fonction du logarithme de la longueur d'onde. On voit que ces éléments sont parfaitement transparents dans le spectre visible. C'est le cas d'une solution d'un sel d'uranyle et du diamant. (Pour le graphite, le réseau cristallin est analogue à celui des métaux.) L'absorption est très grande dans l'ultra-violet extrême, mais le carbone est déjà très transparent dans le domaine des rayons X mous (on distingue ainsi les vrais diamants des faux), tandis que l'uranium est très absorbant. Il ne deviendra transparent que pour les rayons X extrêmes et les rayons γ très durs.

Volume atomique et conductibilité des éléments. — Les propriétés physiques des éléments, dont les électrons superficiels sont responsables, ont un caractère périodique accentué et peuvent s'interpréter par les considérations précédentes. Nous citerons, pour terminer et à titre d'exemples, les variations du volume atomique et de la conductibilité électrique en fonction du numéro atomique. La fig. 310 représente les variations du premier défini comme le quotient de la masse atomique (masse moyenne apparente du groupe d'isotopes) par la densité. Les gaz sont considérés à l'état liquide et les modifications allotropiques les plus connues sont seules indiquées (St. Meyer). On voit que, dans chaque période, le volume atomique passe par un maximum pour chaque élément alcalin, puis décroît, passe par un minimum et croît de nouveau régulièrement. Il demeure constant dans les familles du fer, du platine et des terres rares, en accord avec l'idée de l'addition interne des électrons.

La fig. 311 représente les variations, en fonction de N_1 de la *conductibilité électrique atomique* (Benediks) qui présente des discon-

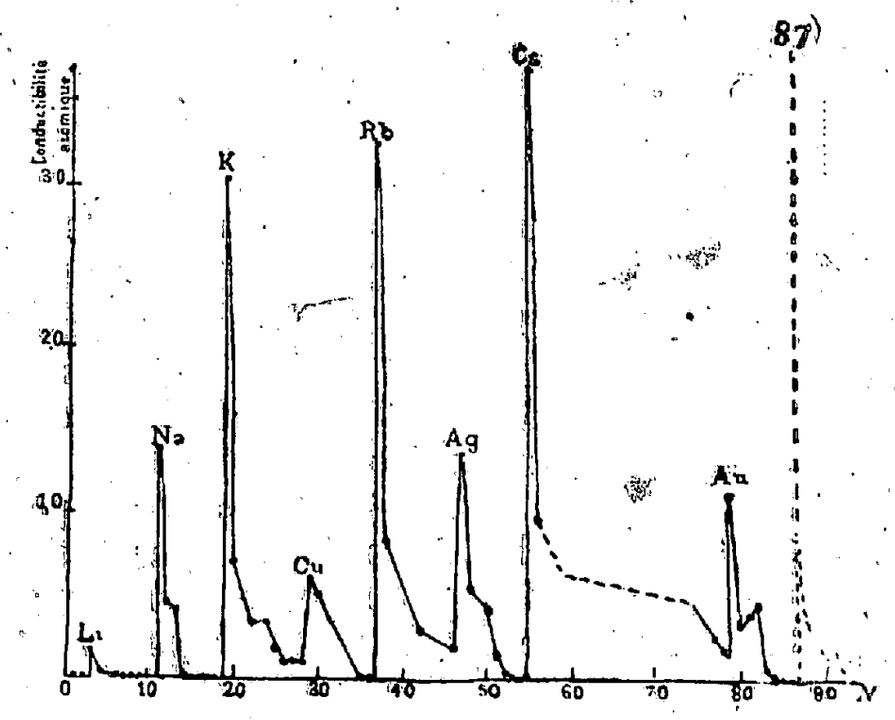


Fig. 311

nuités remarquables pour les éléments alcalins et de la famille du cuivre, en accord avec la formation des orbites du types (1, s) à grande excentricité. Il est probable que le radio-élément 87, encore inconnu, est le plus conducteur de tous les métaux. La conductibilité est nulle pour les éléments électro-négatifs (métalloïdes) et constante dans les familles chimiques déjà mentionnées plus haut.

Parvenus au terme de cette brève étude, nous

pouvons maintenant mesurer l'œuvre accomplie durant ces vingt dernières années. Une découverte due au hasard, celle des rayons Röntgen, a fait reculer les bornes de la métaphysique en nous faisant pénétrer dans le domaine de l'atome, considéré jusqu'alors comme appartenant à l'inconnaissable. Nous pouvons espérer que, de même, l'étude patiente des rayons γ nous permettra de déchiffrer l'énigme du noyau, dont les manifestations, quoique de conséquences plus lointaines pour nous, seront peut-être plus fertiles en enseignement théoriques en nous faisant connaître la nature des constituants ultimes de toutes choses : le proton et l'électron.

A. DAUVILLIER.

LE DÉTROIT DE GIBRALTAR (1)

Je dois, en premier terme, exprimer mes remerciements au Comité de Perfectionnement et aux savants Professeurs de l'Institut océanographique pour l'honneur, immérité, qu'ils m'ont fait en me désignant pour faire cette conférence.

Malgré les difficultés que présente pour moi de parler dans votre si belle langue, je ne pouvais pas renoncer à cet honneur parce que, élève du regretté Prince Albert, de cet Institut et du Musée océanographique de Monaco, où j'ai passé plusieurs mois de ma vie d'étudiant, les indications de mes anciens Maîtres sont pour moi des ordres auxquels je dois toujours obéir.

D'autre part, cette conférence va me permettre de vous montrer les efforts de mon Pays pour accomplir des travaux intensifs océanographiques et l'on est toujours obligé, quand il s'agit de faire connaître le développement acquis dans son Pays par une branche quelconque des Sciences, d'accepter les occasions que la vie offre seulement de temps en temps.

Les mouvements tectoniques qui ont donné naissance au relief de la zone du détroit de Gibraltar ont été, principalement, les mouvements herciniens et les mouvements alpins ; ces derniers surtout ont été les producteurs de la configuration actuelle, dans laquelle nous devons inclure les montagnes existant des deux côtés du détroit : la Bétique espagnole et le relief du Riff marocain.

Quelques auteurs supposent que pendant l'origine de l'atlas méditerranéen, un simple effondrement de la chaîne qui était en train de se former donna lieu au détroit actuel, qui réunit la Méditerranée à l'Océan Atlantique. S'il en est ainsi il n'est pas nécessaire de supposer l'existence d'une ou plusieurs failles, et on doit trouver des deux côtés du détroit des formations géologiques analogues.

Les études géologiques modernes sont d'accord avec le fait signalé, et montrent une grande concordance et une succession de terrains identiques dans le sud de l'Espagne et dans le nord du Maroc.

La communication entre l'Atlantique et la Méditerranée a subi des modifications d'une grande importance dans le cours des périodes géologiques. Nous savons que dans l'éocène, les deux mers étaient réunies par un détroit connu sous le nom de détroit de Guadalquivir, occupé actuellement par la vallée de ce fleuve. Plus tard, à l'époque des mouvements alpins du miocène et pliocène, la communication établie par le détroit de Guadalquivir se ferma et il s'en ouvrit une autre à travers le détroit sud-rifain, qui, à son tour, émergea complètement; l'union des eaux atlantiques et méditerranéennes s'établit alors à travers le détroit de Gibraltar actuel.

La théorie que nous venons d'indiquer attribue à un simple phénomène d'effondrement l'origine du détroit de Gibraltar ; mais nous ne serions pas exacts dans l'exposé des connaissances actuelles si nous ne signalions qu'un certain nombre de savants croient à l'existence de véritables fractures.

Le détroit de Gibraltar a subi, depuis son origine, des modifications diverses ; certains auteurs supposent qu'il a pu commencer par une simples crevasse séparant d'une manière violente les deux côtes et s'élargissant lentement par l'action des impétueux courants marins, aidés par une descente des terres.

Nous savons, par exemple, que quelques monuments et villes anciennes ont disparu sous les eaux et que leurs vestiges sont visibles dans le fond de la mer, les jours de calme, tout le long des côtes entre Cadix et Tarifa. Nous pouvons aussi citer que Pomponius Mela donnait au détroit, entre Tarifa et l'Afrique, une largeur de 5 milles seulement, et que plus tard Victor Vitense portait cette distance à plus de 12 milles. Actuellement, la largeur du détroit entre Punta Europa et Ceuta est de 23 kilomètres et de 13,5 kilomètres dans la partie plus étroite.

Nous pouvons encore constater le même phénomène par l'existence des ruines submergées de la ville de Melaria, à côté de Tarifa, et des colonnes d'Hercule tout près de Cadix.

Pour indiquer des idées générales sur le détroit de Gibraltar, je crois utile de signaler le

(1) Conférence faite à l'Institut Océanographique de Paris, par le Pr RAFAEL DE BUEN, chef de l'Institut espagnol d'Océanographie.

rôle qu'il a représenté dans la vie des anciennes civilisations, à cause de son énorme importance dans le développement des connaissances sur les océans et dans les navigations en pleine mer.

Les anciennes civilisations, originaires de l'Orient, vécurent isolées de l'Océan Atlantique, mer inconnue et ténébreuse sur laquelle ils n'avaient pas le courage de s'aventurer avec des navires. Nous pouvons considérer que les premiers marins qui arrivèrent aux côtes sud de l'Espagne furent les Phéniciens, qui déjà dans l'antiquité établirent des colonies dans l'extrémité sud de la Péninsule Ibérique et qui, pour la première fois, eurent la hardiesse de traverser le détroit, considéré alors comme l'extrémité du Monde. Nous savons, effectivement, que d'après les idées prédominant presque jusqu'au commencement de l'âge moderne, les rochers de Calpe et d'Abilia, actuellement Gibraltar et Ceuta, signalaient la fin du Monde ; ils étaient le symbole du *non plus ultra*, qui empêchait tout exploit tendant à s'éloigner des côtes, pour marcher vers l'intérieur des océans.

Malgré tout, les différentes races de navigateurs essayèrent de parcourir l'Atlantique, mais leurs navigations furent toujours côtières, avec la crainte de voir disparaître les terres et de pénétrer dans l'océan inconnu. Nous voyons que le détroit de Gibraltar a été, pour les civilisations antérieures à l'âge moderne, un symbole rempli de grandeur et de crainte qui, signalant avec ses colonnes d'Hercule l'impossibilité d'aller plus loin, empêcha l'Humanité de connaître les races qui, dans un autre continent, vivaient complètement isolées de nos civilisations. Mais le jour arriva, le jour mémorable qui représente un pas de géant dans la vie de l'Homme, où le détroit de Gibraltar vit partir trois fragiles caravelles chargées de rompre les idées antérieures et de découvrir le grand continent américain sur leur route, détruisant le symbole des colonnes de Calpe et Abilia et faisait du détroit une porte ouverte à la civilisation méditerranéenne.

Les anciens peuples eurent des notions sur quelques-uns des phénomènes du détroit de Gibraltar, mais les observations vraiment scientifiques commencèrent il y a seulement un siècle. En nous bornant à mentionner les observations faites dans la zone du détroit de Gibraltar nous devons citer, premièrement, les croisières accomplies en 1826-1829 par Dumont d'Urville sur l'Astrolabe, et en 1837-1840 sur l'Astrolabe et la Zelée. Dumont d'Urville nous dit que les températures des eaux profondes de la Méditerranée sont constantes et de 13° environ, parce que la profondeur de la crête du détroit est seulement de 200 brasses et, comme à cette profondeur les eaux atlantiques ont une température de 13°, les courants violents qui marchent vers la Méditerranée, ne peuvent pas faire rentrer dans cette mer des eaux plus froides. Les observations sur les courants superficiels donnèrent des intensités entre 18 et 41 milles par 24 heures, mais dans certaines localités et à des moments déterminés le courant pouvait arriver à des vitesse de 3 ou 4 milles par heure, et descendre, dans certains cas à un demi-mille par heure.

Quoiqu'elles ne correspondent pas exactement à la zone du détroit, nous devons citer les observations faites par Aimé en Algérie, en 1841-45. Parmi leurs conclusions, très intéressantes par l'exactitude des procédés employés, figure le fait que la température froide du fond

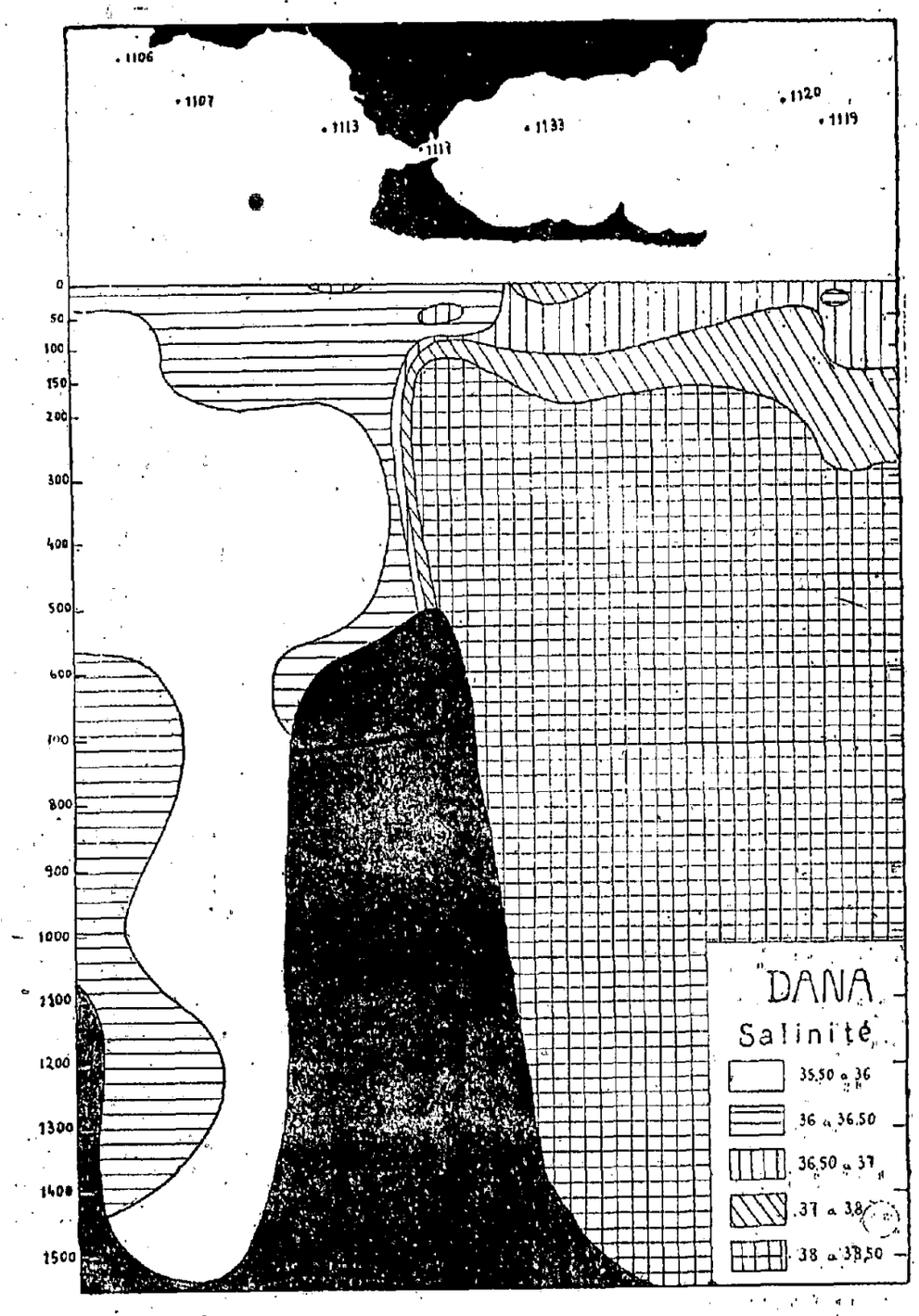


Fig. 312
Caractères de salinité du détroit d'après les résultats de la croisière du Dana.

de la Méditerranée ne dépend pas de l'entrée des eaux océaniques, mais de l'immersion des eaux superficielles par le refroidissement hivernal.

Par la géographie physique de la mer, publiée par M. F. Maury, nous apprenons que, déjà en 1683, le Dr Smith supposa, pour la première fois, l'existence dans le détroit d'un courant inférieur, par lequel pénètre dans l'Atlantique la même quantité d'eau que déverse en Méditerranée le courant supérieur.

Pendant l'expédition autrichienne du Novara, en 1857, les observations thermiques accomplies dans le détroit ne semblent pas offrir un grand intérêt, peut-être à cause d'erreurs dans les procédés employés.

Au commencement du XIX^e^ siècle, on savait déjà que l'eau que reçoit la Méditerranée par les fleuves et les pluies ne suffit pas à compenser celle qui disparaît par évaporation, et l'on supposait que les eaux atlantiques, qui pénètrent à travers le détroit, servaient à remplacer l'eau disparue par évaporation. En même temps, n'ayant pas des idées exactes sur l'existence du courant profond, quelques auteurs croyaient que la concentration saline des eaux méditerranéennes devait augmenter continuellement, par l'effet de l'évaporation, et que les sels se déposaient dans le fond du bassin.

Les premières déterminations suffisamment exactes de la salinité des eaux méditerranéennes, faites par le Prof. danois Forchhammer, montrèrent l'inexactitude de ces idées, puisque les valeurs obtenues furent analogues à celles correspondant aux eaux atlantiques, ne présentant seulement qu'un petit excès, qui pouvait arriver au ° pour cent sur les salinités atlantiques plus élevées.

L'époque des croisières océanographiques complètes, dans lesquelles on réalisait en même temps des observations physiques, chimiques et biologiques, en employant des instruments suffisamment précis, commence, pour le détroit de Gibraltar, avec celles accomplies par l'Angleterre, dirigées par Carpenter, avec la *Porcupine*, en 1870 et avec le *Shearwater*, en 1871. On doit à ces campagnes les premières investigations systématiques sur la salinité, qui permirent à Carpenter de trouver les caractères du courant superficiel qui se dirige vers l'Orient, et du courant profond qui marche en sens contraire.

La contribution française à l'étude du détroit continua ces études en 1881, grâce à la campagne du *Travailleur*. La même année, l'Italie réalisa des travaux avec le *Washington*, commandé par le célèbre Magnaghi.

En 1889, l'amiral russe Makaroff, avec le *Vitiaz*, pendant son passage par le détroit, réalisa des observations intéressantes ; et plus tard des travaux qui méritent d'être signalés furent publiés par les savant qui accompagnèrent S. A. le Prince de Monaco dans ses mémorables croisières, et spécialement l'hydrographe anglais J.-Y. Buchanan, en 1892, et l'océanographe français professeur Thoulet, en 1902.

Nous arrivons ainsi à l'époque actuelle, dans laquelle l'activité des différents pays dans l'étude du détroit a atteint un développement considérable, et dans laquelle l'Espagne a commencé une coopération très active par la réalisation de quelques croisières, grâce à la création en 1914, d'un Institut espagnol d'Océanographie.

L'Espagne a commencé les travaux en 1914 et a déjà accompli 6 croisières en Méditerranée et dans le détroit de Gibraltar et plus de 10 dans l'Atlantique, établissant une coopération avec les différentes commissions internationales, et principalement avec la Commission pour l'étude scientifique de la mer Méditerranée, le Conseil international pour l'exploration de la mer et la Section d'Océanographie de l'Union Géodésique et Géophysique.

C'est précisément par suite d'un accord avec la Commission de la Méditerranée, que l'Espagne a dédié une grande partie de son activité océanographique à l'étude du détroit de Gibraltar. En effet, dans une réunion tenue à Madrid en 1919, nous avons reçu la charge d'étudier la zone du détroit en collaboration avec S. A. le prince de Monaco. D'accord avec cette décision, l'Institut espagnol d'Océanographie a réalisé des travaux dans le détroit de Gibraltar en 1920-1921 avec l'ancien yacht de S. M. le Roi, la *Giralda*, de la marine de guerre ; en 1922 avec le petit bateau à moteur *Averroes* du Laboratoire de Malaga, et en 1923, avec le transport de guerre *Almirante Lobo*.

Pendant la croisière de la *Giralda*, en 1920, nous avons eu l'honneur d'avoir à bord, pendant quelque temps, S. A. le Prince Albert de Monaco, accompagné de savants collaborateurs. Cette occasion unique nous permit d'écouter des conseils et recevoir des instructions, que devaient faciliter les travaux réalisés plus tard.

Dans le résumé que je dois faire des résultats obtenus grâce aux croisières espagnoles j'utiliserai, pour servir de terme de comparaison, les données norvégiennes du *Michael Sars* et danoises du *Thor* et du *Dana*. Je désire signaler que je peux profiter des observations du *Dana* grâce à l'amabilité de M. le D^r^ Johs Schmidt, directeur de la croisière, qui a eu l'obligeance de me les remettre pour les étudier.

Je commencerai par l'exposition des conséquences tirées des travaux norvégiens et danois, afin de montrer l'état des connaissances sur le détroit avant la publication des premiers résultats des croisières espagnoles ; cette comparaison permettra de se rendre compte de l'importance des études réalisées par l'Institut espagnol d'Océanographie.

Les croisières du *Michael Sars*, du *Thor* et du *Dana* ont permis d'arriver à des conclusions très intéressantes ; les travaux publiés par les savants océanographes Murray, Hjort, Schmidt, Nielsen, etc., offrent un grand intérêt. Mais, malgré tout, il n'est pas encore possible de donner aux résultats un caractère définitif, car les phénomènes du détroit de Gibraltar ont une énorme complication qui doit empêcher d'arriver à des conclusions exactes avant la réalisa-

tion de travaux intensifs de quelques années.

Les difficultés de l'étude du détroit de Gibraltar sont très grandes ; à la complication des phénomènes on doit ajouter la variation perpétuelle de leurs manifestations, dans laquelle une série très complexe de facteurs exerce son influence. Ainsi, par exemple, le courant superficiel qui se dirige généralement vers la Méditerranée subit, dans quelques endroits, comme nous le savons par les observations du *Michael Sars*, des changements même dans sa direction ; dans la proximité des côtes doivent exister, comme nous l'avons constaté pendant la croisière de l'Averroes, dans la baie d'Algesiras, des remous et des contre-courants, qui modifient les caractères généraux. Il est, de plus, difficile de mesurer directement les courants, parce que ces observations exigent une immobilité du bateau difficile à obtenir par un mouillage dans une région où les courants superficiels sont très violents et les fonds sont souvent dépourvus de sédiments.

Il est nécessaire, avant de trouver l'explication rationnelle des phénomènes, de continuer intensivement les travaux, et de réaliser des observations sur certains facteurs qui sont peu connus, comme les marées, mais qui doivent exercer une grande influence. En ce qui concerne les marées, le ministère de la Marine espagnol a déjà accompli des investigations systématiques qui doivent être continuées, parce qu'il existe une grande irrégularité, qui n'a pas encore permis d'arriver à connaître les lois générales.

En étudiant les résultats des croisières norvégiennes et danoises, nous devons utiliser spécialement les travaux publiés par les savants océanographes du *Thor*. Les observations sur le courant superficiel atlantique montrent qu'il faut chercher son origine dans les causes connues depuis longtemps, c'est-à-dire dans la perte de niveau que subit la Méditerranée par l'effet de l'évaporation non compensée par les pluies et par les eaux douces reçues des fleuves. Les eaux atlantiques après leur passage par le détroit, sous l'influence de la rotation terrestre, se dirigent vers sa droite, en direction des côtes d'Afrique ; plus tard, en arrivant dans la Méditerranée orientale, ayant augmenté de salinité par une évaporation active, elles descendent vers les couches intermédiaires et, déviées de leur chemin, se dirigent vers l'ouest pour constituer un courant qui arrive au détroit à une certaine profondeur et déverse dans l'Atlantique une masse d'eaux analogue à celle qui pénètre par le courant superficiel, mais avec une salinité plus élevée.

Les calculs qui ont été établis montrent que les eaux du courant superficiel constituent une masse très supérieure aux pertes que la Méditerranée subit par évaporation, et qui sont en partie compensées par les eaux douces. L'excédent d'eau atlantique explique l'existence du courant profond par lequel doivent pénétrer, par an, dans l'océan, à peu près 56.000 kilomètres cubes d'eaux méditerranéennes. Ces eaux, d'après les résultats du *Thor*, doivent circuler juste par le fond du détroit, avec une vitesse légèrement inférieure à celle du courant superficiel atlantique.

En arrivant à l'océan, les eaux profondes, plus salées, descendent pour trouver une cou-

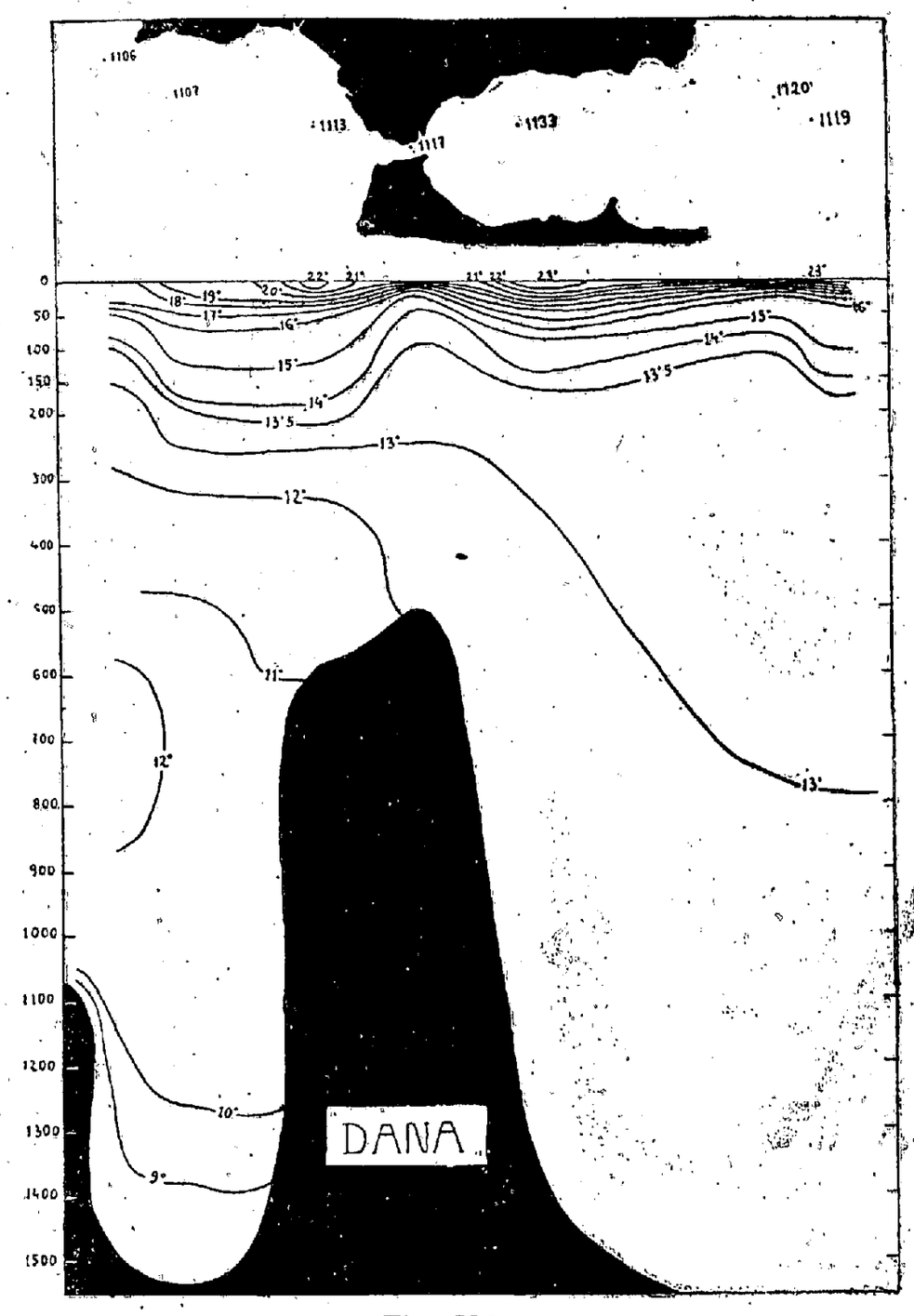


Fig. 313
Caractères thermiques du Détroit, d'aprés les résultats de la croisière du Dana.

che avec une salinité égale à la sienne et s'arrêter approximativement à 1.000 mètres de profondeur. Ces eaux méditerranéennes constituent dans l'Atlantique une couche intermédiaire, avec une salinité et une température élevées, qui se dirige vers les côtes de l'Espagne et du Portugal, pour arriver jusqu'au SW. de l'Irlande.

Des observations du Michael Sars, il nous intéresse seulement de signaler une série de mesures directes des courants, en plein détroit.

Les mesures directes du *Michael Sars* montrent que le courant superficiel change complètement de direction dans des moments déterminés, dans la station où les observations ont

été faites, pour se diriger vers l'ouest. Le phénomène doit être assez rare en plein détroit et je crois qu'on ne peut pas en tirer des conséquences d'ordre général. Le *Michael Sars* trouva toujours le courant profond méditerranéen depuis 100 ou 120 mètres jusqu'au fond, avec une intensité quelquefois supérieure à celle du courant superficiel.

Après le résumé, sûrement trop bref, des résultats des dernières croisières norvégiennes et danoises, nous devons étudier les travaux espagnols, et signaler les changements que les conclusions obtenues imposent aux idées que nous venons d'exposer.

Les premiers travaux espagnols dans les zones voisines du détroit de Gibraltar ont été faits en 1909 et 1910. A cette époque le Laboratoire de Palma de Majorque, réalisa trois campagnes, principalement pour des études biologiques, dans la région de Melilla. Le Directeur, Professeur Odon de Buen, publia quelques travaux pour signaler l'influence des eaux atlantiques, expliquée par une déviation vers les côtes du nord du Maroc et de l'Algérie du courant qui pénètre par le détroit de Gibraltar.

Les croisières systématiques pour étudier le détroit commencèrent en Espagne avec la campagne de la *Giralda*, et principalement avec celle de l'*Averroes* dans la baie d'Algésiras. Les résultats de cette dernière croisière ont entraîné un progrès considérable dans la connaissance des phénomènes provoqués par le contact des eaux atlantiques et méditerranéennes. Pendant la croisière de l'*Averroes*, essentiellement océanographique, le nombre d'observations réalisées fut très élevée, elles portèrent sur les caractères des fonds sous-marins et des eaux (températures, salinités par chloruration, densités par l'indice de réfraction, sulfates, alcalinité, oxygène, matière organique, etc.).

La distribution des fonds sous-marins, dirigée par la dynamique des eaux; nous a permis d'arriver à des conclusions sur les courants dans la baie. Nous avons constaté, en effet, une accumulation des gros éléments dans l'ouest de la baie, ce qui nous indique qu'il s'agit d'une zone ou l'activité des eaux est très accentuée. Les sables se disposent dans une zone étroite voisine des côtes et qui s'étend considérablement dans le nord du port de Gibraltar ; cette disposition nous permet de croire à l'existence d'une progression des éléments du fond, dans l'intérieur de la baie, en suivant la direction des aiguilles d'une montre.

Les sédiments sont distribués par un courant venant de l'est, qui doit avoir une origine méditerranéenne ; les eaux superficielles de la baie, d'après cette conclusion, doivent avoir des caractères méditerranéens.

L'étude des températures et des salinités confirme le fait signalé, ainsi que les observations directes sur les courants superficiels qui ont été faites pendant la croisière.

Une autre conséquence de l'étude des fonds sous-marins est l'existence dans le centre profond de la baie d'un courant d'une intensité suffisante pour empêcher le dépôt des sédiments Nous constatons, en effet, que dans certaines localités, et jusqu'à 376 mètres de profondeur, il existe des fonds rocheux dépourvus d'éléments classiques. Des observations détaillées ont permis de vérifier l'existence du courant profond, signalant ainsi la nécessité de faire dans une croisière toutes les observations possibles, pour que leur comparaison offre une garantie d'exactitude dans l'explication des phénomènes.

L'étude des températures superficielles signale, dans la baie d'Algésiras, l'existence de caractères analogues à ceux du détroit de Gibraltar, avec un régime plus froid, non seulement que celui de la Méditerranée, mais aussi que celui de l'Atlantique voisin. Les températures profondes ont des caractères identiques à ceux du détroit, mais le refroidissement est encore plus accentué dans les couches voisines de la surface. Etant donné que la différence entre les régimes thermiques atlantique et méditerranéen commence seulement à partir d'une profondeur de 300 à 400 mètres, et que dans la baie d'Algésiras on ne trouve pas de profondeurs supérieures, les observations faites ne permettent pas d'assurer si le caractère prédominant est méditerranéen ou atlantique et il est nécessaire d'utiliser les données sur la salinité pour pouvoir arriver à une conclusion exacte.

Si nous comparons les salinités de la baie d'Algésiras à celles du détroit, de l'Atlantique et de la Méditerranée, nous pouvons observer qu'elles se rapprochent de celles de cette dernière mer, d'une manière si constante que dans aucune des stations faites on ne trouve des indices d'une influence d'eaux atlantiques de faible densité. Nous avons signalé antérieurement que la distribution des sédiments sous-marins nous permettait de supposer l'existence d'un courant venant de la Méditerranée, confirmé par les conditions de la salinité.

Le caractère méditerranéen dominant dans la baie d'Algésiras faisait supposer que les eaux auraient une température élevée, et on a, par contre, observé l'existence d'un régime froid. Ce fait curieux, difficile à comprendre, a été favorablement expliqué grâce à une série d'observations consécutives faites dans le centre de la baie, pendant une période de 24 heures.

Les résultats de la série de 24 heures montrent que les changements de température sont très peu accentués dans les couches superficielles et acquièrent une amplitude inattendue dans les zones profondes, avec une périodicité très apparente dans les descentes thermiques, signalant l'existence d'injections régulières d'eaux de

température froide. Cette périodicité offre des caractères analogues à ceux des marées, mais il n'existe pas une coïncidence avec le moment de la haute mer et de la basse mer atlantique. Les salinités de la même série offrent des caractères identiques, montrant la coïncidence des descentes thermiques avec des élévations brusques de densité. Le phénomène peut être expliqué en supposant l'existence d'injections périodiques d'eaux méditerranéennes qui, pénétrant par le fond de la baie et remontant vers la surface en suivant le relief du fond, arrivent aux couches supérieures dans les régions où la profondeur est peu considérable. La période des injections ne coïncidant pas avec celle de la marée atlantique, il faut supposer qu'elle a son origine dans une onde de marée méditerranéenne.

L'existence des marées profondes est un fait connu ; les Norvégiens, les Danois, les Suédois et différents savants d'autres pays, ont étudié ce phénomène dans certaines régions et observé l'existence d'ondulations qui rapprochent ou éloignent de la surface des eaux profondes de caractères différents. La découverte de ces ondulations à Algésiras n'est pas une nouveauté, mais permet l'introduction dans l'explication de la dynamique du détroit d'un fait qui n'avait pas encore été signalé et qui facilitera énormément les travaux.

Les résultats de la croisière de l'*Averroes* ont constitué un guide précieux pour les travaux postérieurs dans le détroit de Gibraltar, que nous allons maintenant exposer. Nous devons utiliser pour arriver à des conclusions d'ordre général, non seulement les données de l'*Almirante Lobo*, mais aussi celles des croisères du *Thor* et du *Dana*, qui figurent dans les graphiques qui accompagnent ce résumé.

Le régime thermique superficiel, étudié pendant la croisière de l'*Almirante Lobo*, indique que le détroit de Gibraltar présente des températures inférieures à celles des régions voisines de la Méditerranée et de l'Atlantique ; il constitue une barrière qui exerce une influence considérable sur les migrations de certains animaux, comme il a été observé pour le thon, étudié dans la même croisière, qui ne traverse pas d'habitude le détroit pour rentrer en Méditerranée.

Les études faites dans la baie d'Algésiras nous avaient permis de trouver l'explication du refroidissement des eaux superficielles, dépendant de l'ascension des eaux profondes. Etant donné que les couches inférieures du détroit sont d'origine méditerranéenne, il doit exister en surface en même temps qu'une diminution de la température, une augmentation de la salinité.

L'ascension des eaux profondes méditerranéennes, froides et denses, est perceptible dans le détroit aux différentes profondeurs, persistant jusqu'à la zone sensiblement homothermique et homosaline caractéristique des couches inférieures de la Méditerranée.

Les phénomènes que nous venons de signaler montrent la possibilité d'une influence des eaux ascendantes sur les eaux atlantiques qui constituent le courant superficiel, dont les caractères seront en partie modifiés. Les courbes originales qui accompagnent ce résumé, tracés avec les résultas de l'*Almirante Lobo*, du *Thor* et du *Dana*, montrent d'une manière très claire les phénomènes que nous signalons ; elles nous indiquent le refroidissement des eaux dans le centre du détroit et la tendance oscillatoire des injections profondes, très accentuée dans certains

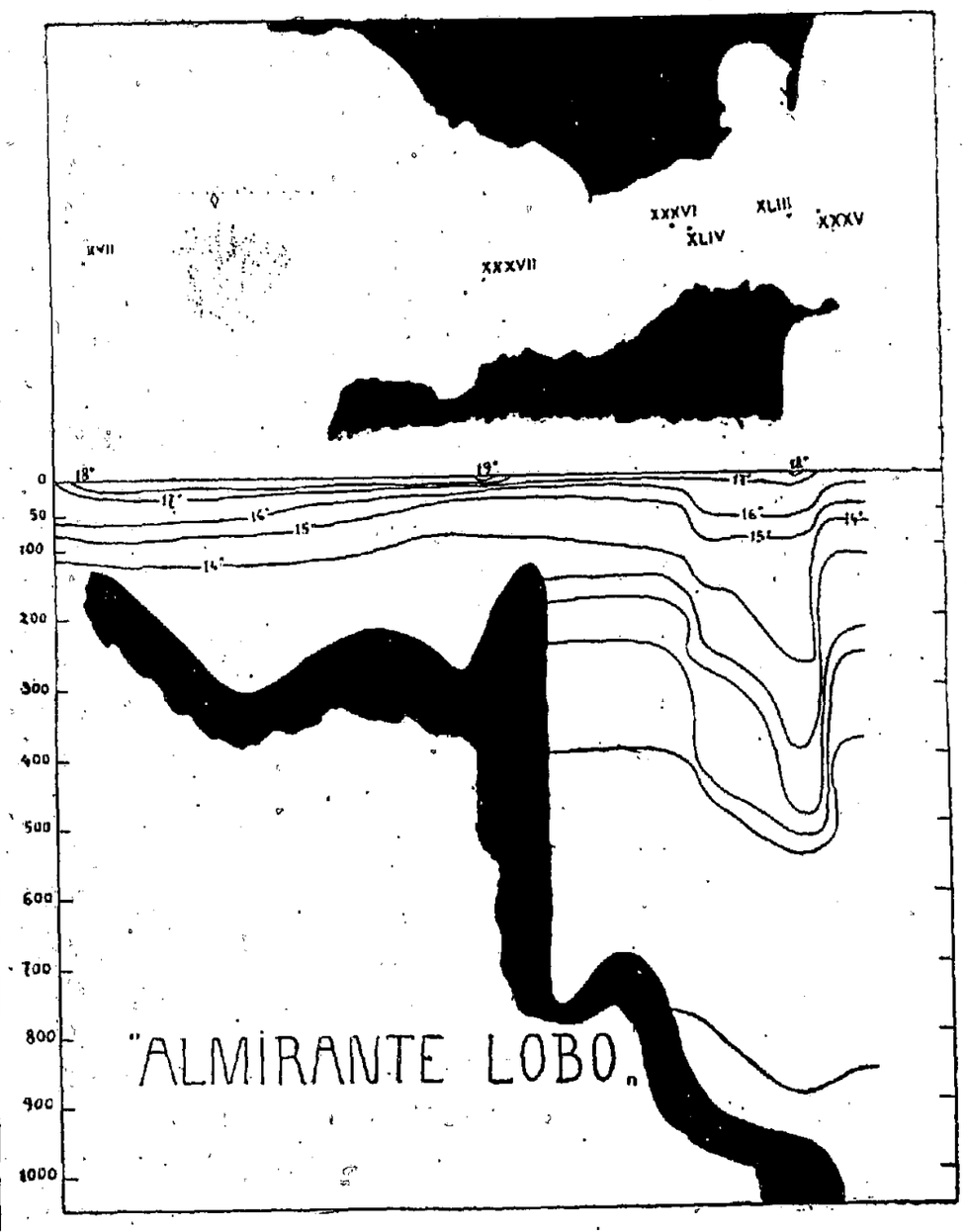


Fig. 314
Caractères thermiques du Détroit, d'après les résultats de l'Almirante Lobo.

cas. La distribution de la salinité est aussi très caractéristique et indique que le courant atlantique superficiel subit des changements par l'action des eaux profondes ascendantes. En même temps nous pouvons observer un fait extraordinaire, qui contredit les idées dominant jusqu'à maintenant : que l'action exercée par les eaux méditerranéennes dans les couches profondes de l'Océan est très peu marquée et souvent presque nulle. Il paraît, d'après ces résultats, que les idées sur l'existence d'un courant violent dans le fond du détroit, se dirigeant de la Méditerranée vers l'Atlantique, sont un peu aventureuses, surtout si l'on tient compte que l'on avait supposé que les eaux de ce courant

étaient perceptibles jusqu'au SW. de l'Irlande.

En nous résumant, nous pouvons signaler que dans la zone est du détroit les eaux atlantiques du courant superficiel augmentent rapidement de densité et brusquement de température par l'influence des eaux profondes ascendantes, et que dans l'Atlantique, l'action des eaux méditerranéennes est à peine perceptible et presque nulle la plupart du temps. Ces conclusions sont si différentes de celles publiées comme résultat des croisières et des études réalisées antérieurement, qu'il est nécessaire de changer les idées jusqu'à maintenant dominantes sur le régime du détroit de Gibraltar.

L'ascension des eaux méditerranéennes profondes se réalise par ondulations, comme cela avait été observé à Algésiras, et comme le montrent aussi les observations systématiques du *Dana*, dans une station en plein détroit, qui figurent dans ce travail. Les ondulations profondes du détroit de Gibraltar ont des caractères spéciaux. La marée profonde méditerranéenne est accompagnée d'une translation des eaux attirées en partie par l'absorption produite par le courant atlantique superficiel ; aussi les eaux profondes qui rencontrent, en arrivant au détroit, des profondeurs décroissant rapidement, s'approchent de la surface, en suivant le fond submergé, pour arriver jusqu'en contact du courant atlantique superficiel qui les déplace de nouveau, en grande partie, vers la Méditerranée.

L'influence des eaux atlantiques en Méditerranée n'a pas, d'après nos nouvelles découvertes, l'importance que l'on avait supposée. Dans le détroit, les eaux profondes se mélangent avec les eaux superficielles et modifient considérablement ses caractères. Aussi les eaux atlantiques superficielles en arrivant en Méditerranée, d'après les études faites avec l'*Almirante Lobo*, sont de nouveau modifiées par l'action de deux courants dont les eaux ont une densité et une température élevées. De ces deux courants, le premier se dirige vers le détroit suivant les côtes du sud de l'Espagne et l'autre marche par les côtes méditerranéennes du nord du Maroc. Ces deux courants venant de l'Orient sont déviés par les rochers de Gibraltar et Ceuta, qui pénètrent vers la mer, et marchent en direction perpendiculaire contre le courant superficiel atlantique, modifiant d'une manière brusque les caractères de ses eaux.

Le courant qui suit les côtes sud de l'Espagne était déjà connu, l'autre, le courant du nord de l'Afrique, a été signalé par nous pour la première fois : il s'agit simplement d'un remous provoqué par les eaux atlantiques, déjà mélangées ; le courant venant du détroit est dévié vers sa droite par l'action de la rotation terrestre et trouve dans son chemin le saillant du Cap Tres Forcas ; ce saillant change la direction d'une partie de la masse des eaux qui, faisant un tour complet se dirigent de nouveau vers le détroit de Gibraltar, augmentant sa salinité et sa température par l'effet du climat des régions qu'elles traversent.

Avant de finir je dois signaler que l'Institut espagnol d'Océanographie, réuni maintenant au Service des Pêches du Ministère de la Marine, travaille activement pour arriver à connaître les conditions du détroit à cause de l'intérêt énorme que son étude présente. Dans les questions biologiques, les études sur le thon, réalisées pendant la croisière de l'*Almirante Lobo*, montrent

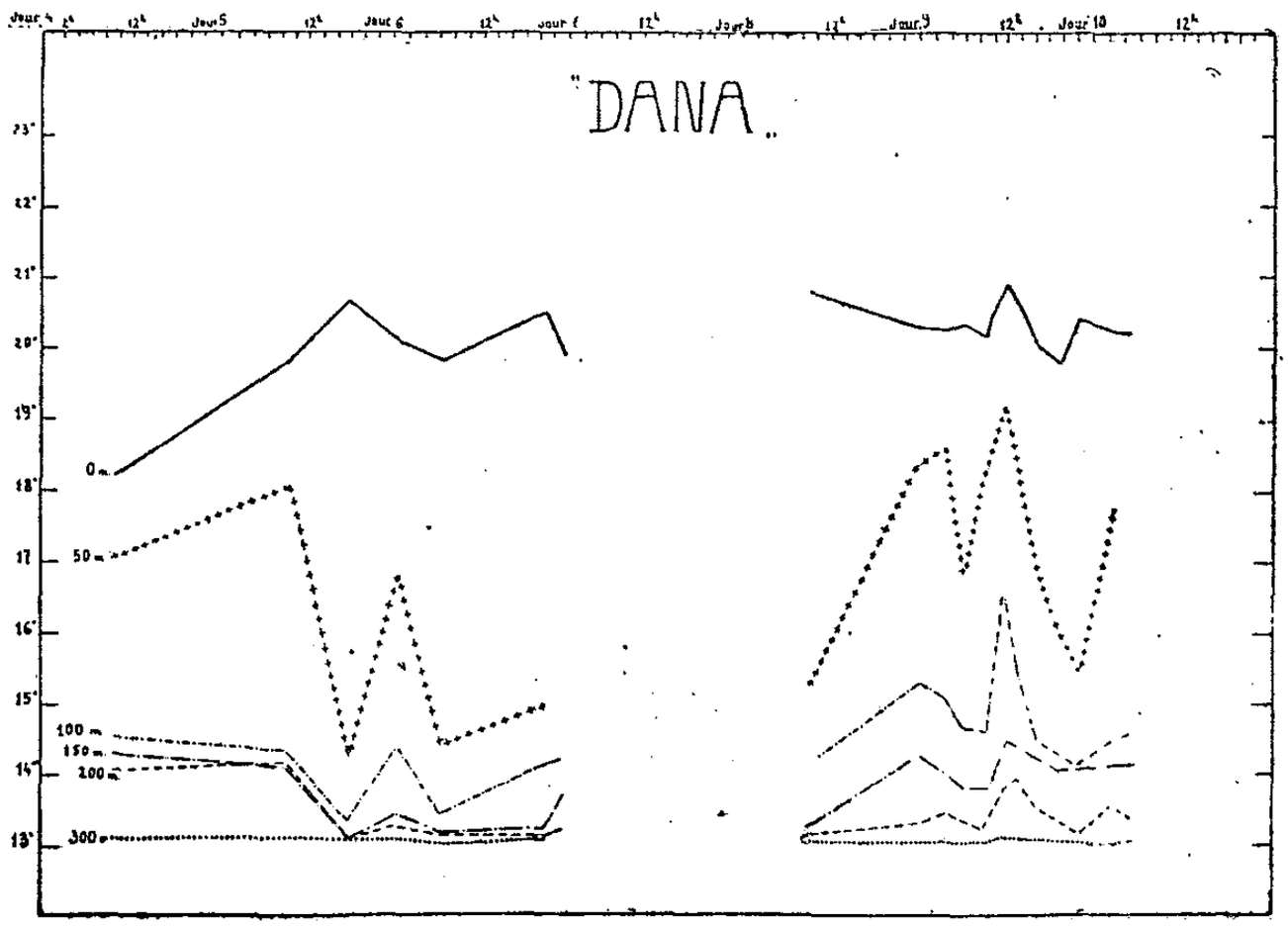


Fig. 315. — Variations de la température entre la surface et 300 mètres de profondeur dans une station du détroit de Gibraltar ; d'après les observations du Dana.

l'influence exercée par les caractères des eaux sur ses migrations. Les problèmes reliés à la navigation devront expérimenter un grand progrès le jour ou seront bien connus les courants et ses modifications.

Un autre problème intiment relié aux études sur le détroit est l'utilisation possible de l'énorme énergie du courant superficiel. Cette question devra être prise en considération dans les investigations rendues nécessaires par la diminution des combustibles que la terre contient.

Nous avons laissé pour terminer l'étude d'une question d'un grand intérêt pour les futures communications entre les continents. La possibilité de construire des tunnels sous-marins a été l'objet de soigneuses investigations en France grâce au projet, déjà ancien, de réunir les Iles Britanniques au continent. En Espagne le général Mariano Rubio présenta à un Congrès national, réuni à Madrid en 1918, un projet de tunnel sous-marin à travers du détroit de Gibraltar ; ce projet a été ressuscité par le chef d'artillerie M. Pedro Jevenois. Le jour ou ce projet aura été réalisé les communications faciles avec l'Afrique permettront un énorme développement de ce grand continent, et les communications avec l'Amérique du Sud seront plus commodes. Peut-être avec la construction du tunnel le détroit de Gibraltar perdra une partie de son importance actuelle comme passage obligatoire pour les relations de la civilisation latine méditerranéenne avec le continent américain et l'Europe atlantique, mais il est naturel de supposer que sans perdre ce caractère il pourra jouer un autre rôle dans l'histoire, servir de pont entre l'Espagne et le Maroc et permettre à la civilisation de l'Europe la colonisation rapide de l'Afrique.

Fig. 316. — Gibraltar.

Professeur Rafael de Buen,
Chef de l'Institut Espagnol d'Océanographie.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

La température de la planète Mars. — L'astronome américain W.-W. Coblentz, qui se livre à la détermination des température planétaires, a rendu compte d'observation de la planète Mars, qu'il a faites au Lowell Observatory (Etat-Unis), durant 24 nuits, s'étendant sur une dizaine de semaines, de juillet à septembre 1924.

Les températures ont été déduites de mesures radiométriques faites au moyen d'appareils comportant galvanomètres et thermocouples. En assimilant l'astre à un corps noir, on a déterminé, d'une part le rayonnement total, et d'autre part les intensités relatives des composantes spectrales. On a contrôlé encore les calculs par l'extrapolation de résultats relatifs à la radiation lunaire.

On a trouvé que, sur Mars, les aires sombres équatoriales sont à une température intermédiaire entre 10° et 20°, c'est-à-dire plus chaudes que les aires brillantes contigues, dont la température serait comprise entre —10° et 5°.

(1) Scientific Papers of the Bureau of Standars, 20, 372, 1925.

La région polaire nord, qui était dans la saison d'hiver, est restée constamment à une température de —70°. La région polaire sud, qui était au contraire au début de l'été, est restée aux environs de zéro jusqu'à notre mois de septembre, époque à partir de laquelle elle s'est réchauffée rapidement, pour atteindre 10° ou davantage au solstice martien d'été. Du côté où le soleil se lève pour la planète, c'est-à-dire sur le bord est, il fait plus froid que sur le bord ouest. A l'opposition, le 21 août, on a relevé —45° sur le bord est et 0° sur le bord ouest. Il est à présumer, d'ailleurs, que ces différentes valeurs sont trop faibles, la présence d'une atmosphère trouble autour de la planète ayant vraisemblablement occasionné une sous-estimation dans les mesures.

Dans la dernière partie de juin, on a trouvé —30° pour la température moyenne d'ensemble du disque entier. Sur la face de Mars qui n'est pas éclairée, on suppose que la température descend au-dessous de —70°.

Les températures superficielles élevées s'expliqueraient par la présence, sur les aires sombres, d'une végétation très absorbante pour la radiation solaire, et mauvaise conductrice de la chaleur, hypothèse que corroborent les variations de coloration des aires sombres avec les saisons. Sur mars, à minuit, pendant l'été, la température serait intermédiaire entre 5° et 15°, c'est-à-dire de l'ordre même de la température terrestre, dans les journées claires et fraîches.

S. V.

Optique

La théorie des quanta et les théories classiques de l'optique. — M. Louis de Broglie (*Scientia*, septembre 1927) indique dans quel sens il semble qu'on puisse, à l'heure actuelle, jeter un pont entre les théories classiques de l'optique et la théorie des quanta. La théorie des quanta, sous la forme extrême qu'elle revêt quand on imagine des grains d'énergie entièrement isolés et indépendants, ne permet pas d'interpréter les phénomènes de l'optique ondulatoire. C'est ce qui explique le peu de succès qu'elle a eu au début.

Cependant, le phénomène de Compton, découvert en 1923, s'interprète très simplement à l'aide de la conception corpusculaire du rayonnement. La diffusion est alors conçue comme un choc entre un électron immobile et un quantum de lumière, choc dont résulte en général pour le quantum une diminution d'énergie et, par suite, de fréquence. La théorie a été faite simultanément par Debye et Compton : l'accord avec l'expérience est quantitatif.

« Quand on réfléchit, écrit M. L. de Broglie, à l'incompatibilité apparente des phénomènes d'interférence et de diffraction d'une part, des phénomènes photoélectriques et de l'effet Compton d'autre part, on ne peut guère échapper à la conclusion suivante : la théorie classique de la lumière, possède un caractère de continuité trop accentué tandis que sa conception purement corpusculaire est inacceptable; il faut donc chercher à réaliser une synthèse des deux points de vue. »

La synthèse commence à apparaître. Le quantum de lumière semble devoir être assimilé à un point matériel d'une nature particulière sans doute, mais pas essentiellement différente de celle des autres points matériels envisagés en physique. Ce sera une singularité dans une onde et les lois de propagation détermineront le mouvement de cette singularité.

« L'optique ondulatoire, conclut M. L. de Broglie, s'est jusqu'ici attachée uniquement à l'étude de l'onde en la concevant comme homogène, en négligeant les singularités de son amplitude. Ce faisant, elle a obtenu une représentation globale exacte du mouvement des atomes de lumière, représentation dont le caractère *hydrodynamique* me paraît aujourd'hui certain. Mais du jour où l'on a pu mettre en évidence les phénomènes de l'échelle atomique, elle est devenue insuffisante au même titre que notre mécanique continue des fluides serait insuffisante pour le petit démon de Maxwell. La découverte de l'effet photoélectrique, celle de l'effet Compton, ont été pour la théorie des radiations ce que fut la découverte du mouvement brownien pour la théorie des gaz. » A. Bc.

Photo-Électricité

Photocolorimètre. — M. Toussaint (*Bulletin de la Société d'encouragement à l'Industrie nationale*, juin 1927) a combiné un photocolorimètre industriel permettant d'analyser la couleur des objets soit par transparence, soit par réflexion, indépendamment de l'œil. Il utilise comme organe détecteur une pile photo-électrique.

Le modèle de pile photo-électrique utilisé est celui mis au point par la « Société de Recherches et Perfectionnements industriels ». C'est une ampoule de verre dont la paroi intérieure est recouverte d'une couche de potassium (cathode) et dans l'intérieur de laquelle se trouve un anneau de tungstène (anode). L'anode et la cathode sont reliées extérieurement par un circuit comprenant une batterie de piles et un galvanomètre.

Sous l'influence d'un faisceau lumineux dirigé sur la cellule, le potassium émet des électrons qui font varier l'intensité du courant dans le circuit. Comme il y a proportionnalité entre l'énergie lumineuse frappant la cathode et l'intensité du courant traversant le galvanomètre, ce dernier permet de mesurer les quantités de lumière et joue ainsi le rôle de photomètre.

Le fonctionnement de l'appareil est simple. Les rayons lumineux provenant de la source, après passage dans le condensateur, viennent frapper l'échantillon à étudier. Ils se réfléchissent et se dirigent vers la cellule, d'où variation immédiate du courant traversant le galvanomètre.

Si l'on emploie un galvanomètre à miroir, on apprécie la valeur de la rotation du miroir d'après le déplacement du spot lumineux sur une règle graduée. Si l'on préfère un simple ampéremètre à aiguille, moins sensible mais plus robuste et moins onéreux, on fait la lecture directement sur le cadran. Pour obtenir, avec ce dernier appareil, la même sensibilité qu'avec le premier, l'auteur étudie, en ce moment, avec M. Pierre Toulon, la mise au point d'une amplification par lampe du courant de la cellule, qui semble devoir donner des résultats intéressants.

Une glace mobile placée sur le trajet des rayons lumineux sert à diminuer leur intensité en éliminant, par réflexion, une partie du faisceau variable avec l'inclinaison. Elle se déplace devant un secteur gradué et permet de faire les lectures par différence (méthode du zéro au galvanomètre) si l'on veut éviter les inconvénients du spot. Dans ce cas, on peut imaginer une amplification mécanique très simple, qui augmente considérablement la précision des mesures.

L'appareil est construit pour permettre l'étude successive, à des intervalles de temps très faibles, de deux échantillons à comparer. Le rapport des deux lectures sur la règle, ou sur le secteur gradué, donne la valeur relative des deux échantillons.

La même appareil permet de mesurer ce qu'on appelle le « brillant » d'un corps, c'est-à-dire son pouvoir réflecteur. On le mesure en dirigeant sur la cellule le faisceau des rayons réfléchis par l'échantillon à étudier. Si l'étalon et l'échantillon sont de couleurs différentes, il faut éliminer, à l'aide d'une seconde mesure en rayons diffusés, les différences de luminosité dues, en rayons réfléchis, aux écarts de ton et de coloration.

Pour échantillonner les couleurs, on peut déterminer la courbe des couleurs par six points donnant la valeur ou l'intensité du violet, du bleu, du vert, etc., entrant dans sa composition. Pour déterminer ces six points, il suffit de se placer successivement en lumière violette, bleue, etc., à l'aide de filtres monochromatiques, de faire chaque fois deux mesures, l'une sur l'étalon, l'autre sur l'échantillon et d'en calculer le rapport; chacun d'eux donne un point de la courbe.

L'étalon blanc peut naturellement être remplacé par un étalon coloré; c'est alors le problème pratique de l'échantillonnage des couleurs. A. Bc.

Physique du Globe

Les phénomènes optiques de l'atmosphère dans les régions polaires. — L'atmosphère polaire est le siège de phénomènes lumineux qui, sans différer essentiellement de ceux que l'on observe dans les régions tempérées ou tropicales, présentent cependant des particularités intéressantes.

Réfraction atmosphérique. — Dans un milieu homogène, la lumière se propage en ligne droite. Mais l'atmosphère n'est pas un milieu homogène et la lumière s'y propage en ligne courbe. Dans les conditions ordinaires, l'atmosphère présente des couches de moins en moins denses à mesure qu'on s'élève, et un rayon lumineux, qui traverse obliquement cet ensemble, est réfracté suivant une trajectoire dont la concavité est tournée vers le sol.

La déviation croît avec l'obliquité du rayon : les astres sont d'autant plus relevés qu'ils sont plus près de l'horizon (d'environ 1' à 45°, et de 35' à l'horizon).

On observe assez souvent, dans les régions polaires, des réfractions plus importantes. C'est ainsi que plusieurs explorateurs ont signalé avec surprise le retour du soleil après l'hiver plus tôt que ne le laissait prévoir le calcul basé sur une réfraction de 35'. D'après certaines de ces observations, on peut conclure que la réfraction à l'horizon dépasse quelquefois 1°, et même 2°, dans ces régions.

Très fréquemment aussi, par suite du défaut d'homogénéité des couches inférieures et des jeux de la réfraction, le soleil et la lune présentent des déformations extrêmement curieuses : ils s'aplatissent, se séparent en morceaux, ont la forme de champignon, s'ornent de pointements bizarres (1).

Ces déformations du coucher au soleil empêchant d'apercevoir le rayon vert, qui, à ma connaissance, n'a jamais été signalé dans les régions polaires.

C'est sans doute à ces réfractions anormales qu'il faut attribuer la difficulté d'apprécier les distances dans les hautes latitudes. Tous les explorateurs ont signalé les erreurs considérables que l'on peut faire dans cet ordre d'idées, et c'est une des raisons de l'incertitude des cartes dressées par les anciens navigateurs.

Mirage. — Lorsque la décroissance des densités des couches atmosphériques est très rapide, ce qui arrive normalement dans les régions polaires par suite des basses températures qui règnent au voisinage du sol, il se produit de véritables effets de mirage, qui ont souvent frappé les voyageurs.

D'abord, des objets qui devraient être invisibles, à cause de leur grand éloignement et de la courbure de la terre, peuvent devenir visibles. Souvent on a aperçu ainsi des côtes lointaines à d'invraisemblables distances. Scoresby cite la distance de 55 kilomètres; d'autres navigateurs ont parlé de 100 kilomètres et même davantage.

Parfois, surtout par temps un peu brumeux, une plaque de glace peu élevée au-dessus de l'eau prend l'aspect d'une importante falaise. Des îles basses s'élèvent en forme de tours. Ou bien des glaces semblent détachées de la surface de l'eau et suspendues en l'air. J'ai eu l'occasion d'observer dans l'Antarctique, à la fin d'août 1909, un phénomène de ce genre : à travers un banc de brume diaphane, nous vîmes se dresser l'image d'une falaise continue de glace, que nous aurions pu estimer à une cinquantaine de mètres de hauteur; elle présentait les ombres nettes d'une falaise, et si nous n'avions pas su qu'il n'existait là qu'une suite de floes ayant à peine un mètre d'épaisseur, nous aurions pu très facilement nous y tromper. C'est probablement à des effets analogues qu'il faut attribuer les erreurs de certains voyageurs, qui ont signalé des terres là où il n'en existait pas. Wrangel, par exemple, et il n'est pas le seul à avoir commis pareilles erreurs, crut souvent apercevoir, au nord de la Sibérie, des montagnes de couleur bleuâtre dont les contours se dessinaient nettement, et entre lesquelles il lui semblait distinguer des vallées et même des rochers, qui n'étaient qu'une illusion.

Ce mirage des pays froids, qu'on appelle parfois le *mirage supérieur*, par opposition au mirage des pays chauds, qualifié de *mirage inférieur*, peut se présenter sous des apparences plus complexes. Tantôt on aperçoit, au-dessus de l'objet, son image renversée, et, au-dessus de celle-ci une seconde image, droite comme l'objet; tantôt, de ces deux images supérieures, c'est l'image renversée qui existe seule, tantôt c'est l'image droite. Enfin, plusieurs images, toutes renversées, peuvent se superposer à l'objet. Ainsi Scoresby, a observé sur la côte orientale du Groenland, un brick ayant au-dessus de lui trois images superposées, renversées toutes les trois, accompagnées de trois images, renversées elles aussi, de la banquise.

Si un vent léger modifie à chaque instant la position relative des différentes couches de l'atmosphère, on assiste à des phénomènes changeants, tels que ceux que Hayes a décrits dans le détroit de Smith, en se laissant sans doute aller un peu à son imagination : « L'horizon se doublait, pour ainsi dire; les objets, situés à une très grande distance au-delà, montaient vers nous comme appelés par la baguette d'un enchanteur, et, suspendus dans les airs, changeaient de forme à chaque instant. Icebergs, banquises flottantes, lignes de côte, montagnes éloignées, apparaissaient soudain, gardaient parfois leur contour naturel pendant quelques minutes, puis s'étendaient en long ou en large, s'élevaient ou s'abaissaient, selon que le vent agitait l'atmosphère, ou retombaient paisibles sur la surface des eaux ».

Le mirage latéral s'observe aussi quelquefois dans les régions polaires, lorsque les couches atmosphériques de densité différente sont juxtaposées au lieu d'être superposées, ce qui se produit à la limite de la mer libre et de la banquise.

Quelquefois aussi la répartition des couches atmosphériques est tout à fait irrégulière, et les réflexions et les réfractions qui s'y produisent donnent lieu à des images déformées dans tous les sens. C'est ce qu'on appelle la *Fata Morgana*, du nom que lui ont donné les Italiens, qui l'observent assez souvent sur les rivages siciliens.

Arc-en-ciel blanc. — Par brouillard, dans nos régions, il se produit quelquefois un arc-en-ciel où les couleurs

(1) M. Drobrowlski, dans la collection des *Travaux de l'Expédition de la Belgica*, a publié un mémoire sur les déformations du soleil à l'horizon dans l'Antarctique. Il en donne de très nombreux exemples.

sont mélangées au point que l'arc est presque blanc. On l'appelle *arc-en-ciel blanc*, ou *fog-bow*. La théorie montre que, pour que ce phénomène se produise, il faut que les gouttellettes du brouillard aient un diamètre inférieur à à om/m. 025.

Les explorateurs des régions polaires ont souvent signalé des arcs-en -ciel blancs ou des fog-bows .Je crois qu'il y a eu confusion, car ces fog-bows n'ont été observés que par des températures très basses. Pour ma part, j'en ai observé deux dans l'Antarctique par une température de — 17° et de — 20°, et les deux fois dans un brouillard au sein duquel se déposait un givre intense. Il n'y avait pas de gouttelettes d'eau dans l'air. D'ailleurs, les mesures du rayon de cet arc-en-ciel varient de 35° à 39°, et sont nettement différentes de celles qui correspondent à un arc-en-ciel ordinaire, et qui sont de 40°17' pour les rayons violets, et de 42°2' pour les rayons rouges.

A mon avis, il s'agit plutôt du phénomène appelé *auréole*, ou *gloire*, ou encore *cercle d'Ulloa*, phénomène lumineux différent de l'arc-en-ciel et qui se produit lorsqu'un observateur, tournant le dos au soleil, aperçoit son ombre sur le brouillard. Autour de cette ombre se dessinent un ou plusieurs cercles plus ou moins colorés, ayant la tête de l'observateur pour centre. Le cercle d'Ulloa est dû à la diffraction.

Scoresby a observé très fréquemment 3 ou 4 cercles d'Ulloa autour de sa tête dans les parages du Groenland. Suivant ses observations, le phénomène se montre dans les régions polaires chaque fois qu'il y a simultanément du brouillard et du soleil.

Au cours de son voyage en avion vers le Pôle Nord en 1925, entre le Spitzberg et le 82e degré de latitude, Amundsen a observé que lorsque l'ombre de son avion portait sur la brume, son image apparaissait entourée d'un double cercle d'Ulloa présentant les couleurs du prisme. Ce phénomène fut visible tant que l'avion survola le brouillard. « Ce fut, écrit Amundsen, le plus bel effet d'optique dont j'ai été le témoin. »

Arche crépusculaire. — Dans nos régions, après le coucher du soleil, on aperçoit parfois, dans l'Est, une arche bleue sombre bordée de rose ou de rouge. L'espace sombre est en réalité, l'ombre de la terre; c'est ce qu' on appelle l'*arche crépusculaire*. Ce phénomène s'observe souvent par beau temps dans les régions polaires, en hiver, au moment où le soleil s'approche de l'horizon. On l'observe donc au nord dans l'Arctique, au Sud dans l'Antarctique. Voici, par exemple, une observation que nous avons faite le 28 juin 1909 dans l'Antarctique, par 65° de latitude : « A 10 heures du matin, dans le Sud, au-dessus des montagnes de la Terre de Graham, une arche bleu minéral assez foncé est surmontée d'une bande de rouge mat, dont les tientes se dégradent peu à peu. Vers midi, la bande rouge disparaît, puis apparaît de nouveau vers 2 heures du soir, enfin disparaît avec le clair de lune. »

Scintillation des étoiles. — La scintillation des étoiles est très vive dans les régions polaires. Tantôt elles s'occultent presque complètement à intervalles réguliers, tantôt elles ont des éclats bleus et rouges absolument nets. Amundsen a été frappé de leur scintillation par les très grands froids d'hiver dans l'archipel polaire américain.

Halos. — Les halos, qui sont produits par des réflexions et des réfractions des rayons solaires ou lunaires dans les cristaux de glace qui constituent presque tous les nuages polaires, sont très fréquents dans ces régions. C'est là qu'on observe, autour du soleil ou de la lune, le phénomène complet, qui comporte un premier anneau ayant un diamètre de 22°, un deuxième anneau de 46° de rayon, un troisième de 90°, un cercle parhélique, parallèle à l'horizon et passant par le soleil ou la lune, des axes tangents aux anneaux, ayant leur côté convexe tourné vers l'astre, non seulement à leur partie supérieure, mais aussi, quoique plus rarement, à leur bord inférieur et sur les côtés. Ces arcs tangents sont généralement plus colorés que les anneaux.

Des faux soleils, ou *parhélies*, apparaissent comme des images très brillantes du soleil à l'intersection des halos de 22°, de 46° et de 90° avec le cercle parhélique. Une image blanche s'aperçoit aussi à l'opposé du soleil sur le cercle parhélique. C'est l'*anthélie* ou le contre-soleil. Toujours sur le cercle parhélique, il peut apparaître d'autres faux-soleils, en plus de ceux que nous venons de signaler. Il arrive même que ces faux-soleils soient seuls visibles sans halos ordinaires.

D'autres beaux phénomènes se rattachant aux halos sont les *pilers du soleil*, colonnes de lumière s'étendant sur une vingtaine de degrés, très lumineuses et clignotantes. Ces colonnes sont dues à la réflexion de la lumière sur les bases horizontales des cristaux de glace lorsque ces cristaux sont en mouvement. Leur mode de formation est analogue à celui de la traînée lumineuse verticale que donnent les rayons solaires sur une nappe d'eau légèrement agitée. J'ai noté, dans mon *Journal météorologique* antarctique, un phénomène analogue, bien que n'ayant pas d'origine astronomique : le 14 juillet, pendant la retraite aux flambeaux, alors que des paillettes de givre volent dans l'air, chaque flambeau faisait dans le ciel une strie lumineuse verticale absolument nette.

A leur rencontre avec le cercle parhélique, les colonnes forment une croix, dont le soleil occupe le centre et dans laquelle les branches horizontales sont souvent plus longues que les branches verticales.

Souvent, on n'aperçoit que des fragments de cercles lumineux diversement placés dans le ciel, se coupant obliquement, avec des faux-soleils, et l'ensemble constitue un des spectacles les plus étranges. Voici comment Scott a décrit un de ces phénomènes qu'il a observés dans l'Antarctique sur la Barrière de Ross en 1904 : « Nous nous sommes trouvés, un peu après 4 heures du matin, enveloppés d'un léger nuage de minuscules cristaux de neige, qui décomposaient les rayons solaires. Tout le ciel était rayé d'arcs-en-ciel, colorés des couleurs du prisme ou d'une lumière blanchâtre. Les cercles multicolores d'un double halo étaient coupés par un autre cercle; au-dessus un nouveau cercle encore, merveilleusement coloré, enveloppait le zénith. Dans la direction opposée au soleil, apparaissait un arc-en-ciel blanc, produit par le brouillard, avec deux images brillantes du soleil aux endroits où il coupait l'horizon. L'effet produit tenait de la magie. »

J. Rouch.

T. S. F.

La plus grande triode du monde. — La triode émettrice la plus puissante du monde est actuellement utilisée par WGY, le grand poste émetteur de radiodiffusion de la G. E. Co à Schenectady. Elle est l'œuvre des recherches des laboratoires de cette compagnie et a une puissance de 100 kilowatts.

Cette triode doit remplacer 8 lampes de 20 kilowatts et c'est la première fois qu'on utilise une triode de cette puissance pour la radiodiffusion. Montée dans sa jaquette d'eau, prête pour l'emploi, elle mesure plus de deux mètres de haut et pèse environ 45 kilos. Le filament de tungstène a une longueur de 2 m. 40 et un diamètre de l'ordre de celui de la mine d'un crayon. Il contient 55 gr. de tungstène, soit 750.000 fois plus qu'une triode récep-

trice ordinaire. Ce filament est maintenu rectiligne à l'aide d'un fort ressort N. La puissance nécessaire au chauffage est d'environ 11 Hp. (fig. 316).

Voici maintenant quelques données de construction. La jaquette d'eau enlevée, la triode mesure 1,50 de haut et comme on peut le voir sur la figure, une enveloppe H de cuivre de 10 cm. de diamètre occupe les 2/3 de cette hauteur. Cette enveloppe contient les éléments du tube et joue en même temps le rôle d'anode. La partie supérieure de la triode est en verre et donne passage aux connexions du filament et de la grille. Cette partie a une longueur de 56 cm. et un diamètre de 10 cm. et est soudée au tube-anode de façon à assurer un joint parfait, même avec de fortes variations de température. 2 câbles en cuivre B pouvant transporter un courant de quelques centaines d'ampè-

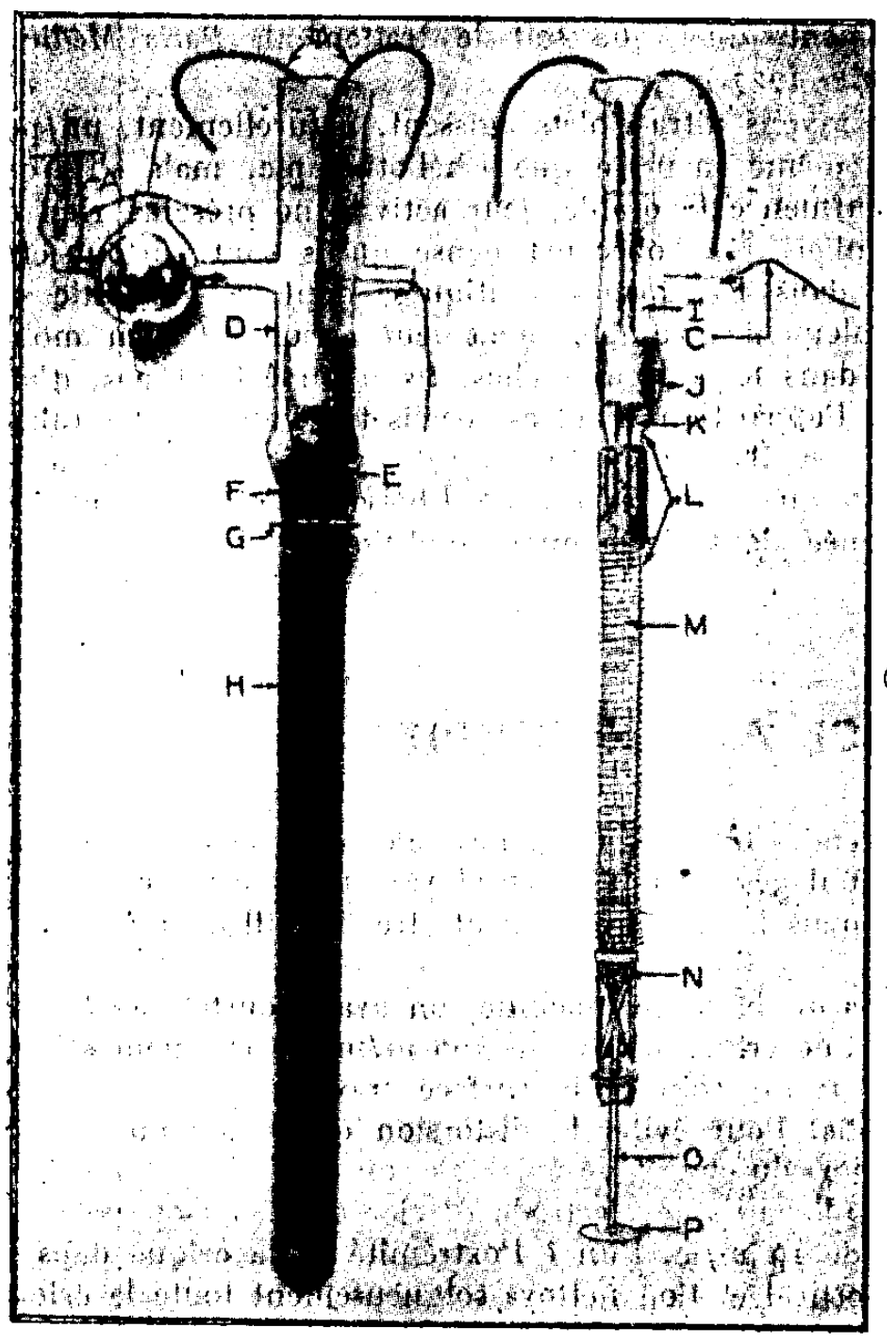


Fig. 317.
Structure interne d'une valve de 100 kW

res sont reliés par l'intermédiaire de gros fils de tungstène K aux extrémités du filament. Ce dernier est constitué par 6 fils parallèles passant à l'intérieur de la grille, réunis à la partie inférieure du tube par un ressort maintenu en place par un isolateur D en quartz et un disque P. La grille a la forme d'une hélice cylindrique et une longueur totale un peu supérieure à 1 mètre. Son support fait d'un alliage de molybdène et de tungstène est fixé au verre en J par une soudure contenant le minimum de métal afin d'avoir peu de gaz occlus. Un courant constant d'eau circule autour de l'anode au moyen d'une jaquette spéciale.

P. ABADIE.

Biologie

Le déterminisme de la croissance. — Chaque espèce animale possède une vitesse de croissance et une taille maximum caractéristiques. Ces données peuvent différer notablement chez des espèces, même très voisines par leur organisation morphologique et leur place dans la classification.

Etant donné ce que l'on sait de l'influence régulatrice exercée par certaines sécrétions internes sur la croissance des organes, on peut se demander si les caractéristiques de croissance de chaque espèce sont liées à certaines qualités intrinsèques de ses tissus, ou si elles dépendent seulement des conditions humorales propres à l'espèce. R. G. Harrison, un des maîtres américains de la zoologie expérimentale, et un de ses élèves. Copenhaver, ont réalisé des expériences de transplantation hétéroplastique qui jettent une vive lumière dans ce domaine encore peu exploré.

Leurs expériences ont porté sur les larves de deux espèces de Salamandres, *Amblystoma punctatum* et *Amblystoma tigrinum*, qui, à l'état adulte, diffèrent considérablement par leur taille, — *A. tigrinum* atteignant 30 cm., et *A. punctatum* 16 cm. seulement —, bien que les larves à l'éclosion soient approximativement de même taille. En outre, l'espèce de petite taille, *A. punctatum*, présente, relativement à *A. tigrinum*, une vitesse de développement accélérée, et un métabolisme général plus actif.

Harrison (1) a effectué entre ces deux espèces la transplantation croisée des ébauches d'un membre antérieur, prélevées à un stade très précoce, lorsque le bourgeon ne renferme encore ni nerfs ni vaisseaux. Un bourgeon de membre antérieur de l'espèce de grande taille, *A. tigrinum*, transplanté à la place du bourgeon correspondant d'*A. punctatum*, se différencie en un membre normal, mais de taille géante, dépassant notablement, non seulement le membre symétrique non opéré du porte-greffe *punctatum*, mais aussi le membre resté en place du donneur *tigrinum*. Inversement, le bourgeon d'*A. punctatum*, transplanté sur *A. tigrinum*, se différencie en un membre nain, plus petit que le membre normal d'*A. tigrinum* et que les membres des *A. punctatum* témoins.

Ces résultats peuvent paraître au premier abord paradoxaux, et on ne peut encore en donner une interprétation définitive. Cependant, ils nous montrent déjà clairement que la taille atteinte par un organe est réglée par deux facteurs, qui peuvent tous deux varier d'une espèce à l'autre : 1° la potentialité de croissance inhérente aux tissus eux-mêmes; 2° un facteur, vraisemblablement humoral, agissant par l'intermédiaire du milieu intérieur. Si l'on compare en effet, dans l'une ou l'autre expérience, le membre transplanté au membre symétrique du porte-greffe, la différence de taille entre ces deux organes, qui sont baignés par le même milieu intérieur, dénote une différence dans le pouvoir de croissance des tissus des deux espèces. Si l'on compare d'autre part, le membre transplanté au membre resté en place du donneur, la différence de taille est due au changement des conditions humorales.

Copenhaver (2) a réalisé tout récemment des expériences analogues, en transplantant cette fois l'ébauche du cœur, à un stade où le cœur ne bat pas encore et où il est dépourvu de connexions nerveuses. Le résultat de ses expériences concorde avec celui des expériences de Harrison. Le cœur d'*A. punctatum*, substitué à celui d'*A. tigri-*

(1) *Proc. of the Nat. Acad. of Sciences of the U. S. A.*, 1924.

(2) *Ibid.*, 1927.

num, voit sa croissance ralentie, et l'insuffisance fonctionnelle de ce cœur nain amène en quelques semaines la mort des animaux. Le cœur d'*A. tigrinum*, greffé sur *A. punctatum*, voit au contraire sa croissance accélérée, et atteint finalement une taille double de celle du cœur des *A. punctatum* témoins.

Le rythme cardiaque diffère beaucoup chez les deux espèces : il est plus rapide chez l'espèce de petite taille. Or, les cœurs transplantés, bien que recevant leur innervation de l'hôte, conservent le rythme caractéristique de l'espèce dont ils proviennent. Ce rythme apparaît donc comme une propriété intrinsèque du tissu cardiaque.

Tous ces résultats ont évidemment un caractère encore fragmentaire, mais ils nous montrent comment la méthode des transplantations peut être appliquée avec fruit à l'analyse des facteurs de la croissance. L'étude de la croissance des organes peut être abordée par la même voie que celle de leur différenciation, et son but sera la distinction des deux sortes de facteurs de croissance : les facteurs locaux, dépendant du tissu en croissance; les facteurs de corrélation, exprimant l'action à distance des autres parties de l'organisme.

M. Abeloos.

Médecine

Péritonite tuberculeuse et rayons ultra-violets. — Depuis 1887 et pendant une vingtaine d'années les péritonites tuberculeuses subaiguës et chroniques des enfants étaient presque toujours traitées chirurgicalement, mais on s'est aperçu des graves inconvénients que présentent les laparotomies curatives, et. actuellement, le chirurgien n'intervient plus que dans certaines complications, telles que l'occlusion ou la perforation intestinale, les suppurations collectées, etc.

La plupart des spécialistes sont d'accord sur la nécessité du repos et d'une bonne alimentation pour les enfants atteints de péritonite tuberculeuse et sur l'utilité du traitement recalcifiant et de l'aération, mais depuis quelques années on discute sur l'opportunité de substituer à l'héliothérapie, si avantageuse quand l'état général des malades le permet, le traitement par les rayons ultra-violets beaucoup plus commode puisqu'il peut être appliqué partout et en toute saison.

M. Nobécourt a eu l'heureuse idée d'étudier comparativement la façon dont ont évolué les péritonites tuberculeuses chez les enfants traités dans son service, les uns par le rayonnement ultra-violet. les autres sans intervention de cet agent physique. Il a constaté que si on laisse de côté les formes plus ou moins rapidement mortelles pour n'examiner que les autres, on observe que les péritonites ascitiques ont une tendance à la guérison spontanée, alors que les formes sèches guérissent plus difficilement, quel que soit le traitement (*Paris Médical*, 25 juin 1927.)

Les rayons ultra-violets agissent, naturellement, un peu de la même manière que l'héliothérapie, mais s'ils ont une influence favorable, leur activité ne présente rien de particulier. M. Nobécourt pense qu'ils sont surtout efficaces dans les formes ascitiques, dont le pronostic est généralement favorable, mais leur action est bien moins nette dans les formes sèches. Ils n'empêchent pas, d'ailleurs, l'apparition d'autres localisations du bacille tuberculeux et il semble bien qu'il ne soit utile d'y avoir recours que dans les cas où l'héliothérapie ne peut être appliquée dans de bonnes conditions.

A. B.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Métall urgie

La soudure électrique à l'are dans la fonderie. — La soudure électrique à l'arc s'est énormément développée, aussi bien pour les réparations que pour la fabrication, et on l'emploie actuellement d'une façon courante pour réparer des moulages criqués et cassés. On emploie généralement deux procédés de soudure à l'arc : le procédé avec des électrodes en charbon et le procédé avec des électrodes métalliques.

Dans le premier procédé généralement employé dans les gros travaux, où il faut opérer vite et économiquement, l'électrode est formée par une baguette de charbon de 19 m/m de diamètre. On produit un arc entre la baguette de charbon et la pièce à souder et lui donne une longueur de 12 à 35 m/m. La chaleur élevée produite provoque la fusion de la pièce sous l'extrémité de l'électrode, on ajoute du métal en fusion provenant d'une autre tige.

Dans le procédé avec électrodes métalliques, on produit l'arc entre la pièce et un fil métallique qui remplit à la fois l'office d'électrode et de fournisseur de métal fondu. On maintient l'arc très court de 1 1/2 à 3 m/m dans le but d'assurer une bonne pénétration et de faciliter le passage du métal du fil électrode à la pièce à réparer, on peut employer le procédé à l'arc métallique pour presque tous les travaux de soudure, son importance est particulièrement appréciée quand il faut des soudures très résistantes. Quand on peut chauffer la pièce avant la soudure, la soudure est aussi résistante que de la fonte saïne et peut être facilement travaillée.Sans chauffage préalable, on peut rendre bien des moulages défectueux aussi solides que des moulages parfaits en employant une électrode en acier doux mais la soudure ne peut être travaillée qu'à la machine.

Dans un bâtis de machine, on avait constaté après usinage, une crique d'environ 200 m/m. de longueur s'étendant sur un coin de la surface travaillée jusqu'au pied du bâtis. Pour éviter la distorsion qui aurait pu se produire lors du chauffage préalable, on souda la pièce à froid en employant une électrode d'acier doux, on creusa deux trous de 19 m/m. l'un à l'extrémité de la crique dans le sens vertical et l'on nettoya soigneusement toute la crique avec un jet d'air comprimé. On opéra ensuite la soudure et obtint une pièce parfaitement saine.

Pour obtenir de bons résultats avec la soudre à l'arc, il faut une installation bien faite et bien comprise. Il faut un dispositif de soudure à l'arc bien exécuté, entre autres une génératrice à courant continu avec son tableau de distribution, le tout étant disposé de façon à pouvoir être transporté facilement. La génératrice est disposée de façon à se stabiliser automatiquement, ce fait a une importance primordiale et mérite d'être expliqué spécialement.

Pour obtenir des résultats parfaits avec la soudure à l'arc, il faut avant tout avoir un arc facilement maintenu et donnant un effet de chauffe constant. Primitivemen, pour obtenir cette caractéristique, on employait une résistance de stabilisation en série avec l'arc. Mais cette disposition entraîne cependant à une perte importante de force. La génératrice de Nickers pour la soudure à l'arc fournit un voltage qui baisse quand le courant de soudure augmente et augmente quand le courant diminue; on ob-

tient ainsi un effet de chauffe constant sans employer de résistance. De cette façon, toute l'énergie produite est employée, utilement dans l'arc ce qui donne une économie de 33 à 67 p. 100 dans la consommation de courant suivant le genre de travaux. En outre, cette caractéristique facilite le travail de l'opérateur car elle tient l'arc constant ce qui fait qu'un nouvel opérateur se met plus rapidement au courant et un opérateur exercé peut faire plus de travail dans le même intervalle de temps. La génératrice est construite pour résister aux courts-circuits; elle n'exige aucun dispositif de sûreté et tout est réduit à la plus grande simplicité.

Quand on veut employer plusieurs opérateurs, on obtient le travail le plus économique en fournissant une génératrice séparée à chaque opérateur. Dans le cas où l'on veut employer plusieurs opérateurs avec la même génératrice, on emploie le système Vickers à plusieurs opérateurs. Ici la génératrice est une machine à 70 volts à pôles de commutation, au lieu d'avoir le caractéristique du voltage diminuant du dispositf à simple opérateur est munie d'un enroulement compound pour donner un voltage constant et chaque soudeur est muni d'une résistance de stabilisation. L'addition des résistances de stabilisation rend le système à plusieurs opérateurs beaucoup moins efficace qu'un groupe de dispositifs à opérateur unique cependant, on préfère dans certains cas ce système par suite de l'économie dans ses frais d'installation. La soudure à l'arc métallique s'applique aux moulages en acier aussi bien qu'aux moulages en fonte. Cependant, la soudure de l'acier est plus facile car il n'y a pas de carbone libre dans le métal.

Pour tous ces travaux, il faut avoir un soudeur bien au courant, autrement on risque d'avoir bien des méprises et bien des mécomptes. (*Iron and Coal Trades Review*, 8-10-26).

E. P.

L'alliage léger Lautal. — On a commencé la fabrication des alliages légers d'une manière courante par la production du duralumin. Ensuite, on fabriqua un autre alliage de composition analogue, l'alliage y qu'on employa beaucoup en Angleterre pendant la guerre. Actuellement ces deux alliages se classent parmi les plus importants alliages de l'aluminium et ce sont certainement les plus répandus. On rend doux et malléables ces deux alliages en les chauffant à 500° environ et les trempant ensuite. Le durcissement par vieillissement commence à se faire sentir presqu'immédiatement après la trempe et est complet au bout de 7 jours environ.

Un alliage soudé appelé *Lantal* possédant également la propriété de durcir en vieillissant a pris une certaine importance ces derniers temps; il offre cette particularité de ne pas automatiquement durcir à la température ordinaire; il lui faut un traitement thermique spécial pour arriver à la résistance et à la dureté Brinell maxima. C'est l'avantage le plus important que lui attribuent ses inventeurs qui prétendent que les propriétés mécaniques de l'alliage non utilisé ne varient absolument pas sous l'effet d'un long repos. Le procédé de durcissement est employé sur les objets terminés : il consiste à les chauffer, forgés, dans un bain d'huile pendant 10 heures, à la température de 120 à 120°C.

Le *Lautal* est un alliage ternaire; il contient 4 o/o Cu, 2 o/o Si et le reste d'aluminium. Après coulée, on travaille le métal par laminage ou forgeage pour donner une résistance élevée au métal. On donne alors au métal, sa résistance maxima en le trempant à une température appropriée et le soumettant ensuite au traitement thermique à basse température rapporté ci-dessus; la température de trempe doit être entre 480 et 500°; on chauffe le métal à cette température dans un four à bain de sel.

On fabrique 4 types d'alliages *Lautal* de résistance et de dureté variables. Le type le moins dur est l'alliage durci, mais non trempé. La résistance minimum de cet alliage est de 36 kg./mm². et la résistance maxima est de 53 kg./mm². L'allongement varie de 18 à 25 o/o et le chiffre de dureté Brinell s'élève de 70 à 80. La qualité normale est la qualité durcie et trempée c'est-à-dire la variété complètement transformée du *Lautal*. Sa résistance varie entre 37,8 et 42 kg/mm² et sa limite élastique entre 21,5 et 27 kg/mm². L'allongement est identique à celui de la variété non durcie et le chiffre de dureté Brinell varie entre 90 et 100. La troisième variété de Lautal appelée variété « légèrement recuite », s'obtient en recuisant ou bien le métal non durci ou normal à une température entre 350 et 400°. La résistance de cette variété du métal serait de 23 kg. et le chiffre de Brinell serait entre 50 et 55; l'allongement varie de 20 à 28 o/o. C'est cette qualité qui convient le mieux pour les travaux d'étirage forcé; de plus quand le métal est durci par le travail, on peut l'adoucir par le recuit. Après les travaux d'étirage, on peut ramener le métal à l'état normal par le durcissement et la trempe habituels. On peut aussi faire des tôles en *Lautal;* ce métal devient alors très dur et très fragile. La résistance s'élève alors à 60 kg. mais l'allongement disparaît il ne s'élève plus qu'entre 3 et 15 o/o; le chiffre de dureté est de 100 à 135.

La dureté de la variété de *Lautal* normal ou vieilli serait due à la séparation dans le métal de particules de $Cu\,Al^2$ et de silicium ultramicroscopiques et dispersées dans le métal. En ce qui concerne la corrosion la variété non vieillie du métal résisterait très bien à la corrosion. La résistance à la corrosion du métal vieilli serait égale à celle des autres alliages similaires d'aluminium. La grande valeur du métal vient de ce qu'il réussit la légèreté avec la résistance et on vante son emploi pour la charpente des aéroplanes et pour l'exécution des pièces forgées employées pour les automobiles. (*Engineering*, 4-2-27).

E. P.

Agriculture

L'exposition du blé à Rome (Mostra del Grano). — L'augmentation de la production du blé est une nécessité vitale pour l'Italie, c'est-à-dire pour un pays dont la population s'accroît malgré l'insuffisance des ressources dont il dispose. Pour encourager la culture du blé, une croisade a été prêchée par le Chef du Gouvernement Italien. M. Mussolini a organisé la « bataille du blé » qui s'est terminée par une augmentation très sensible de la culture.

Afin de donner au Pays et au Monde une idée de ce qui a été fait pour le blé en Italie, une Exposition nationale du grain a été organisée à Rome, Exposition qui vient de prendre fin.

Avec un art remarquable, tout ce qui a trait à la production du blé, à son amélioration, à son extension a été mis sous les yeux des visiteurs. Des salles ont été consacrées aux stations de céréaliculture, et on sait quel bel exemple est donné par l'Italie par ses établissements scientifiques. D'autres ont montré, région par région, les variétés de beaux blés, cultivées, les conditions de leur production, conditions climatiques : cartes régionales des pluies, carte de répartition des variétés, etc., méthodes et instruments de culture. Cet ensemble a été présenté avec un art qui n'a pas peu contribué au grand succès remporté par cette manifestation.

L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 31 octobre 1927.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *A. Levêque* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Résolution théorique du problème de l'échange de chaleur par circulation d'un fluide non visqueux en mouvement tranquille, avec potentiel de vitesses, à l'intérieur d'un tube.**

— *A. Schidlof* (prés. par M. Maurice de Broglie). — **Sur l'interprétation des masses de l'électron et du proton dans l'univers à cinq dimensions.**

CHIMIE PHYSIQUE. — *Boutaric* et *G. Perreau.* — **Mesures réfractométriques sur les solutions colloïdales.**

Les auteurs ont étudié certaines transformations qui se produisent dans la floculation des solutions colloïdales, à l'aide du réfractomètre interférentiel qui permet d'évaluer l'accroissement d'indice produit par l'accroissement des micelles. La comparaison de l'indice du sol à celui de son liquide intermicellaire a montré qu'il existe une différence d'indice δ_n très nette entre le sol et le liquide différence qui croît proportionnellement à la concentration. Dans un sol renfermant une quantité d'électrolyte suffisante pour déterminer une floculation assez lente, on n'observe aucune variation appréciable de l'indice au cours de l'évolution qui précède la floculation.

Les auteurs ont pu étudier également, à l'aide de l'interféromètre, les phénomènes d'adsorption qui se produisent lors de la sédimentation.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Travers* (prés. par M. Matignon). — **Sur l'équilibre ionique:**

$$Al(OH)^3 + 6F = AlF^6 + 3OH.$$

Une étude qualitative de la réaction de gauche à droite a montré que si on traite par une solution de fluorure de potassium, rigoureusement neutre à la phtaléine, de l'hydrate d'aluminium sous forme de gel en suspension dans l'eau additionnée de réactif, on observe un rougissement correspondant à la mise en liberté d'ions OH. Au point de vue quantitatif, si 100 gr. d'hydrate d'aluminium amorphe à 39,3 H^2O sont mis en suspension dans 50 cm^3 d'eau bouillante renfermant 2 gr. de fluorure, la phtaléine se colore en rouge et, dans les conditions de l'expérience, la proportion d'ions OH libérés atteint une limite, ce qui montre qu'on a bien affaire à un équilibre.

PRÉHISTOIRE. — *M. Ch. Depéret.* — **Nouvelles observations sur le gisement néolithique de Glozel (Allier).**

L'auteur s'efforce de démontrer l'authenticité du gisement de Glozel en se basant sur le mode opératoire suivi dans les fouilles, sur la présence de l'écriture et celle de certains objets.

Au sujet de l'âge du gisement, il admet aujourd'hui, d'après une gravure sur galet, la présence du Renne, qu'il n'admettait pas antérieurement, l'ayant considéré comme un Elan.

Il conclut notamment que le gisement est un cimetière de l'extrême début du Néolithique, que les vases renflés à tête de mort sont des urnes funéraires, puis considérant la cendre d'os trouvée dans des vases, comme provenant d'os humains, il estime que le four de verrier trouvé à Glozel, est un four crématoire.

L. F.

GÉOLOGIE. — *Joseph Péneau* (prés. par M. Ch. Barrois). — **Age de minerais de fer attribués au Gothlandien dans le synclinal de Saint-Julien-de-Vouvantes.**

L'auteur a découvert dans un banc de grès micacé, un peu schistoïde à quelques décimètres au-dessus du minerai de fer de la Boserie, des Graptolithes ordoviciens. Ce minerai, des environs du Candé (Maine-et-Loire), n'est donc pas interstratifié dans le Gothlandien supérieur, mais dans l'Ordovicien inférieur (Arénig supérieur); il doit en être de même des prolongements orientaux et occidentaux du gisement.

Les déductions tectoniques qui ont été basées sur l'existence d'un minerai gothlandien au voisinage et en contact anormal avec l'Ordovicien moyen, devront être modifiées, au moins pour la partie orientale du pli de Saint-Julien-de-Vouvantes.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Maurice Piettre* (transm. par M. Matignon). — **A propos des immunsérums agglutinants : localisation des agglutinines.**

Dans les immunsérums paratyphiques étudiés, l'anticorps, au lieu de se localiser exclusivement dans l'une ou l'autre des principales protéines sériques, se répartit en proportions variables, suivant les cas, dans les deux substances.

Comme pour l'hémolysine et sans doute aussi pour les antitoxines vraies, l'agglutinine sérique n'est pas liée à la totalité de la protéine puisque l'action ménagée de la chaleur permet d'éliminer une partie de celle-ci sans affaiblir sensiblement le pouvoir spécifique total.

Enfin l'étude des anticorps semble devoir permettre d'aborder les modifications intimes, imposées par la chaleur, aux molécules protéiques, modifications que l'on a groupées jusque-là sous la dénomination générique très vague de coagulation.

MÉDECINE. — *Henri-Jean Frossard* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur le traitement de la surdité par le procédé Laënnec.**

Le patient introduit dans ses oreilles les embouts du stéthoscope. Il place sur sa trachée ou sur sa joue, ce qui est plus commode, le tambour de l'appareil et il lit à haute voix. L'ébranlement plus ou moins violent de l'appareil auditif qui en résulte fait une sorte de massage et rétablit la fonction ou l'améliore. Il suffit souvent de quelques semaines de traitement par séances de 15 à 30 minutes.

Si l'éducateur veut converser avec le patient ou traiter un sourd-muet, il lui suffit de placer le tambour sur sa propre trachée ou sa joue et de lui parler avec plus ou moins de force suivant la sensibilité du sujet.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *A. Leulier, P. Sedallian* et *J. Gaumond.* — **Toxine diphtérique, nucléoprotéides et dialyse.**

La toxine diphtérique floculе avec des *nucléoprotéides* lorsque le pH est convenablement abaissé.

Aussitôt après sa préparation, 0 mg. 01 de floculat tuent le cobaye de 250 gr. en 16 heures, tandis que le quatrième jour 0 mg. 09 le tuent après 72 heures seulement. Après 6 jours, il est nécessaire d'utiliser 1 mg. pour amener la mort en 96 heures.

Par dialyse en sac de collodion on peut modifier le pouvoir toxique. Dans ces conditions le floculat perd encore plus rapidement ses propriétés toxiques et même totalement lorsque la dialyse est suffisamment prolongée.

La toxine soumise à la dialyse sur eau distillée semble perdre sa virulence plus rapidement que la toxine témoin conservée en suspension dans l'eau distillée.

P. Guérin.

Séance du 7 novembre 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Richard Birkeland.* — **Une proposition générale sur les fonctions hypergéotriques de plusieurs variables.**

— *Mandelbrojt* (prés. par M. J. Hadamard). — **Sur un travail récent de MM. Widder et Gergen.**

— *Edm. Lâhaye* (prés. par M. Goursat). — **Application d'une méthode nouvelle d'intégration aux équations $y' = R(x, y)$** (R *rationnel* en y).

THÉORIE DES PROBABILITÉS. — *R. Risser* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur une formule représentative du nombre des vivants.**

— *A. Kolmagoroff* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur la loi des grands nombres.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *B. Gambier.* — **Contact des courbes gauches. Théorème de Meusnier et généralisations. Equation intrinsèque d'une surface.**

HYDRODYNAMIQUE. — *J. Grialou.* — **Mouvement rotationnel vertical plan des liquides parfaits. Ecoulement par un orifice.**

PHYSIQUE MATHÉMATHIQUE. — *Th. De Donder.* — **Le problème de n corps dans la théorie de la relativité.**

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *Félix Leprince-Ringuet* (prés. par M. Rateau). — **Propriétés des câbles métalliques d'extraction déduites des statistiques, des essais et des constatations en service.**

Les résultats obtenus par les essais de flexion et de traction sur fils exposés à l'aide de figures qui montrent que la baisse des flexions suit une ligne droite et que la baisse à la résistance à la traction possède une allure parabolique. Les essais de torsion se distinguent des précédents par la continuité de la baisse pour un câble donné et pour une bien moindre amplitude des écarts. Aussi paraissent-ils susceptibles de fournir un critérium utile. Les ruptures de fils suivent dans l'ensemble une loi exponentielle rigoureuse; l'expérience a montré qu'on peut calculer le moment où le nombre des ruptures atteindra un chiffre donné avec une erreur probable inférieure à 4 p. 100.

MÉTÉOROLOGIE. — *Joseph Levine* (prés. par M. Bigourdan). — **Sur le rôle de l'ozone dans l'atmosphère.**

La richesse de l'air en ozone est étroitement liée à la distribution de la pression atmosphérique, l'ozone étant plus abondant dans les dépressions que dans les anticyclones. Les différences de température que l'on constate dans les dépressions n'en constituent pas la cause, elles résultent de ce que l'air y afflue de tous les points de l'horizon.

ÉLECTRICITÉ. — *J. Risler* (prés. par M. Paul Janet). — **Les phénomènes d'absorption des gaz et l'équilibre de la pression dans les lampes sans filament.**

Poursuivant ses recherches sur la durée des lampes sans filament, qui présentent des arrêts de fonctionnement, dûs à la diminution de la pression du gaz absorbé par la paroi du verre, l'auteur a constaté avec une lampe luminescente destinée à redresser le courant alternatif, que la pression du gaz pouvait être équilibrée à l'aide d'un dispositif, qu'il décrit, émettant une quantité de vapeur à peu près équivalente au volume régulièrement absorbé par l'équipement métallique et les parois de la lampe.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *G. H. Huber* (prés. par M. H. Deslandres). — **Influence des surfaces de discontinuité atmosphériques sur la propagation des ondes courtes.**

Les surfaces de discontinuité atmosphérique constituent un obstacle à la propagation des ondes courtes, fait très net, surtout pour le front polaire proprement dit qui présente souvent des discontinuités très franches.

Une surface de discontinuité formant avec le sol deux dièdres, l'un aigu, l'autre obtus, les émissions du poste situé dans le dièdre aigu sont beaucoup moins gênées que ses réceptions.

Il semble, en outre que, plus l'un des deux correspondants est voisin du front, plus l'obstacle présenté à la propagation est considérable.

SPECTROSCOPIE. — *C. Mihul* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la structure du spectre de OH.**

Aux termes déjà connus du système a des quadruplets et du système a' des doublets, M. Mihul a ajouté des termes nouveaux donnant des combinaisons qui sont exposées dans deux tableaux.

— *H. Deslandres.* — **Contribution aux recherches sur le spectre secondaire de l'hydrogène et aussi sur d'autres spectres.**

Le spectre secondaire de l'hydrogène a été attribué soit à la molécule H_2, soit à la molécule H_3, soit à la fois aux deux molécules, mais la question de l'origine n'ayant pas encore été résolue, l'auteur en a fait une étude qui apporte des données nouvelles. Les recherches ont porté en outre sur le spectre de bandes ultraviolet et sur les spectres d'absorption des gaz légers, hydrogène, hélium et azote.

RADIOACTIVITÉ. — *G. Athanasiu* (prés. par M. Cotton). — **Radioactivité des sources thermales des Bains d'Hercule (Roumanie).**

L'auteur indique la radioactivité et le débit des sources composant ce groupe. Il pense que l'origine de la radioactivité des Bains d'Hercule est due à la présence du massif granitique qui se trouve dans la région. Ce massif s'épanouit au nord des Sept Sources sur la rive droite de la Cerna, il traverse cette rivière à Sept Sources et en même temps se rétrécit pour disparaître sous le lit de la Cerna au niveau de la Source Hercule. Ne sont radioactives que les sources dont on peut démontrer le contact direct avec ce massif de granit. En général, l'eau chaude des sources radioactives s'élève en suivant des failles existant entre le granit et les autres formations de la région, et quelquefois même, sur des distances plus faibles, cette eau chemine directement à travers le granit.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Emilio Damour* et *A. Thuret* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Détermination des températures du commencement de fusion et de trempe de verres industriels.**

Le commencement de fusion doit être confondu avec le recuit rapide, tandis que la température de trempe doit être confondue avec le recuit lent; il ne subsisterait donc que deux températures commandant l'opération industrielle du recuit.

ÉLECTROCHIMIE. — *Vasilesco Karpen* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur des piles à électrodes inattaquables.**

Si dans chacune des deux couches superposées qui se forment dans une dissolution de soude dans l'eau et l'acide amylique on introduit un électrode en platine on obtient une pile d'une force électromotrice d'environ un demi-volt, l'électrode plongée dans la couche supérieure alcoolique étant positive.

Si deux métaux différents inattaquables plongent dans une solution alcaline, l'énergie développée par la pile ainsi constituée est entièrement et indéfiniment empruntée au milieu extérieur, les éléments de la pile restant inaltérés.

Le liquide de ces deux types de piles est surmonté d'air à la pression atmosphérique. Si l'on extrait l'air de la pile ou si on le remplace par l'hydrogène, la force électro-

motrice a une valeur très petite qui ne varie pas sensiblement si on remplace l'air par l'oxygène.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Fred Vlès* et *Madeleine Gex.* — **— Les propriétés optiques de la sulfone cyanine dans différentes solutions salines et leur application à la comparaison des sels.**

Le virage de certaines matières colorantes sous l'effet des solutions salines neutres met en jeu un équilibre caractérisé par un indice de massivité du colorant, et dans lequel on put penser qu'intervient directement ou indirectement, la concentration du sel. Pour préciser cette relation, les auteurs ont étudié spectrophotométriquement un même colorant (sulfone-cyanine 5R) dans toute une série de sels; on a établi les fonctions $\varphi = f(pX)$, pX étant les cologarithmes des concentrations moléculaires des sels. Les résultats sont exposés à l'aide d'un graphique.

— *L. Abonnenc* (transm. par M. Jean Perrin). — **Tension superficielle des solutions aqueuses d'acides.**

Les solutions des acides monobasiques HCl, HBr, HI, AzO^3H, ClO^4H, CCl^3, COOH ont toutes une tension superficielle qui diminue lorsque la concentration τ augmente. La tension superficielle des solutions d'acide polybasiques (SO^4H^2, $SiFl^6H^2$, PO^4H^3) varie avec τ suivant une loi assez compliquée; la tension de SO^4H^2 et PO^4H^2 passe nettement par un maximum.

Les résultats obtenus et ceux relatifs aux solutions salines conduisent à la conclusion suivante : « Seul parmi tous les ions (sauf peut-être les ions OH—) les cations H abaissent la tension superficielle de l'eau », conclusion qui est d'accord avec l'adsorption sélective présentée par ces ions.

CHIMIE MINÉRALE. — *M. Pernot* (prés. par M. G. Urbain). **Sur le système iodure mercurique, iodure de potassium et eau.**

L'auteur a étudié les équilibres solide-liquide, dans le système précité, aux températures constantes de 20°, 34° et 80°. Les résultats montrent qu'il n'existe qu'une seule espèce cristalline représentée par la formule HgI^2, KI, H^2O.

— *C. Matignon* et *J. Calvet.* — **Propriétés chimiques de l'aluminium pur.**

L'aluminium pur résiste à l'action des solutions chlorhydriques étendues pures, de petites quantités de cuivre lui font perdre cette qualité; le fer, du moins à dose faible ne possède pas la même propriété; les sels de zinc, d'étain paraissent se comporter comme ceux du fer, tandis que les sels de mercure provoquent au contraire une action rapide.

— *Ch. Quillard* (prés. par M. J. L. Breton). — **Mesure de l'oxydabilité de l'aluminium et de ses alliages après activation par le bichlorure de mercure.**

Une lame d'aluminium plongée dans une solution de bichlorure de mercure puis exposée à l'air se recouvre d'efflorescences plus ou moins abondantes. Suivant les divers aluminium ou alliages le phénomène présente des intensités très différentes et l'auteur l'a étudié par une méthode calorimétrique. Il a observé que les quantités d'alumine formées à la surface des barreaux paraissent bien être proportionnelles aux élévations de température. Pour les alliages au manganèse, plus la teneur augmente moins il y a d'alumine formée; pour le silicium l'attaque, est pour l'ensemble, assez faible, et les différences observées peu accusées. Par contre, pour le magnésium l'attaque croît régulièrement avec la quantité de ce métal ajouté à l'aluminium.

Il est possible qu'une étude approfondie de ces phénomènes puisse conduire à des méthodes rapides de différenciation des alliages au point de vue de leur corrodabilité.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Amand Valeur* et *Paul Gailliot* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur le mécanisme des réactions accompagnant la formation de l'huile de Cadet.**

La pyrogénation de l'acétate de potassium et de l'acide arsénieux conduit à la formation d'un mélange complexe dont le méthylarsenic serait un générateur. Celui-ci, par pyrogénation, donnerait naissance à des composés plus ou moins méthylés qui tendent, sous l'action de la chaleur, à se résoudre en l'espèce la plus volatile de la série, la triméthylarsine et en l'espèce la moins volatile, l'arsenic.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Pierre Termier.* — **Quelques résultats du Congrès de l'Association carpathique tenu à Bucarest en septembre 1927 : zone néogène; zone du Flysch.**

Ayant rendu compte de ce Congrès, l'auteur rappelle qu'il y a trois zones dans les Carpathes roumaines : 1° la *zone néogène;* 2° la *zone du Flysch;* la *zone cristallo-mésozoïque.* La tectonique de la zone néogène est simple et claire, mais la zone du Flych pose des problèmes plus difficiles. Elle est plissée, souvent violemment, en des plis, nombreux, habituellement déversés, fréquemment transformés en plis-failles.

Le plissement principal de la zone du Flysch est certainement antéburdigalien; il est d'autre part postérieur au dépôt du puissant étage des grès de Tarcan qui, dans sa partie haute, est sûrement oligocène. Ce plissement principal date donc, probablement, de la fin de l'Oligocène (Rupélien ou Chattien).

— *E. Raguin* (prés. par M. P erre Termier). — **Charriages antéstéphaniens dans le substratum de terrains cristallins du Grand Sillon Houiller du Plateau Central français.**

Ces charriages sont antérieurs au dépôt de Stéphanien. En plusieurs points fort distants, l'auteur a trouvé des galets de mylonite dans le poudingue sédimentaire houiller, ou bien noté le contraste des couches de Houilles en bancs réguliers, et des granits écrasés ou des schistes triturés sur lesquels ils reposent immédiatement.

Près de Decazeville, la dualité de la Tectonique des charriages dans le Cristallin et de la Tectonique plissée dans le Houiller apparaît nettement.

Ces faits sont d'accord avec la loi énoncée par M. Termier, en 1923, sur la généralité des charriages antéstéphaniens dans le Plateau Central, et la conservation çà et là de lambeaux de ces nappes grâce aux sédiments houillers formant couverture protectrice.

LIMNOLOGIE. — *G. I. Verescagin* (prés. par M. F. Mesnil). — **Nouvelles études du lac Baïkal.**

Ce lac est un des plus anciens bassins d'eau douce et le plus profond du monde (1.523 m.), aussi offre-t-il un intérêt scientifique exceptionnel. Un projet d'expédition, présenté à l'Académie des Sciences de Russie a été adopté et en juin 1925, les travaux de l'expédition ont commencé Cette note en est le compte-rendu.

Les couches d'eau situées à une profondeur dépassant 250 m. se sont montrées non pas constantes, mais jusqu'à la profondeur maximale étudiée (1300 m.) présentent au cours de l'année des variations de température, de O^2, CO^2, SiO^2, pH et d'oxydabilité.

Le plancton au large du lac se rencontre jusqu'à des profondeurs très considérables. Des groupes d'animaux jusqu'alors inconnus pour le lac Baïkal, ont été signalés. On a trouvé le mâle jusqu'ici inconnu d'un poisson de profondeur : *Comephorus baïkalensis.*

BOTANIQUE. — *Henri Coupin* (transm. par M. P. A. Dangeard). — **Sur la nutrition azotée du *Penicillium glaucum*.**

Les substances pouvant céder leur azote au *Penicillium glaucum* sont très variées (17 sur 34 mises en expérience). Si certaines substances azotées organiques peuvent nourrir le *Penicillium*, à la fois, en carbone et en azote (amygdaline, glycocolle, asparagine, acide hippurique), d'autres ne peuvent le nourrir que par leur azote (urée, acide urique).

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pierre Lesage* (prés. par M. Guignard). — **Précocité et rendement final dans la thermobiologie des plantes et variations avec la latitude.**

Le rendement final de la plante précoce après la vie sous châssis est plus faible que celui de la plante normale toujours de plein air, dans les régions septentrionales Marseille, Rennes et Rothamsted. La différence la plus marquée entre la plante précoce et la plante normale s'est montrée à Rothamsted, dans la région la plus au Nord, la plus froide.

La plante de sixième génération de plein air après a vie sous châssis est, dans les quatre stations, la plus rapprochée de la plante normale; cela laisse prévoir une atténuation dans l'hérédité du caractère précocité.

— *Lucien Daniel* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur les variations de la descendance des Topinambours greffés.**

L'auteur a décrit, dans de précédents travaux, divers cas d'hérédité de variations chez les plantes greffées et indiqué qu'il avait obtenu plusieurs milliers de graines, l'an dernier, sur des Topinambours greffés avec le Soleil annuel et sur des *Hélianthus Dangeardi*, *dauciformis* et *Mangini* francs de pieds. Ces graines semées, ont donné, dans la suite, des exemplaires restés à l'état de rosette; d'autres ont fourni une tige courte à entrenœuds basilaires tuberculeux, rappelant les tubercules apicaux des Topinambours greffés; d'autres enfin avaient de courtes tiges obliques ou rampant totalement sur le sol.

Les dessins qui accompagnent cette Note permettent de comprendre les différences considérables existant aujourd'hui entre ces jeunes Topinambours et la variété originelle et aussi l'espèce d'affolement des caractères consécutif au greffage.

MICROBIOLOGIE. — *Costantino Gorini* (prés. par M. Roux) **Laits dysgénésiques.**

Sous ce nom, l'auteur désigne des laits de vaches saines, n'ayant subi aucune stérilisation, dans lesquels certains ferments lactiques simples ou mixtes acido-protéolytiques non seulement ne se développent pas, mais encore périssent promptement. Est-il possible de transformer les laits naturellement dysgénésiques en laits eugénésiques? Il suffit, d'après l'auteur, d'ajouter à ces laits des substances stimulantes telles qu'extrait de levure, peptone de caséine Erba, à la dose de 1 à 0,001 pour 100 pour que ces laits se comportent comme des laits eugénésiques; ils se sont même montrés parfois plus favorables à la croissance des bactéries et surtout à la manifestation de leur pouvoir protéolytique.

Il n'est point facile d'expliquer en quoi consiste l'action de ces stimulants. Leurs effets sont pour ainsi dire indépendants de la dose, on peut les considérer comme des catalyseurs. La propriété dysgénésique de certains laits semble attribuable à un manque d'une substance à laquelle supplée l'addition des stimulants.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Albert Calmette a été élu membre titulaire dans la Section d'Economie rurale, en remplacement de M. Gustave André, décédé.

M. P. Marchal a été désigné pour faire partie du Conseil d'administration de l'Institut national Agronomique pendant une nouvelle période de trois ans.

Académie de Médecine. — M. Tiffeneau a été élu membre titulaire dans la Section des Sciences biologiques et physiques en remplacement de M. Paul Regnard, décédé.

Prix Lasserre. — Le prix scientifique de la Fondation Lasserre est attribué, pour 1927, à M. Marcel Delépine, Professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — *Soutenances de thèses.* Les thèses suivantes ont été soutenues à la Sorbonne, pour le doctorat ès-sciences :

30 novembre : M. Bricout : « *Recherches sur la luminescence de la vapeur de mercure excitée par le choc électronique.* »

2 décembre : M. Samsoën : « *Contribution à l'étude de l'état vitreux et de la dilatation des verres.* »

5 décembre : M. Lepresle : « *Contribution à l'étude expérimentale du champ aérodynamique autour d'un profil sustentateur.* »

6 décembre : M. Burollet . « *Le Sahel de Sousse, monographie phytogéographique.* »

— *Faculté de médecine.* — Les nouveaux Laboratoires de Physiologie, dûe à une donation anonyme, et édifiés 391, rue de Vaugirard, ont été inaugurés le 23 novembre par le Ministre de l'Instruction publique.

M. Nicolas, ancien Professeur à la Faculté de Médecine est nommé Professeur honoraire.

M. Alajouanine a été nommé, pour une durée de neuf années, Agrégé de Neurologie et de Psychiâtrie.

Muséum national d'Histoire naturelle. — Cours de Zoologie (Vers et crustacés). — M. Gravier, Professeur, a commencé son cours le mardi 29 novembre à 10 heures (Salle des Cours des Galeries de Zoologie, 1er étage) et le continuera à la même heure, le mardi et le samedi de chaque semaine. Le Professeur étudiera :

1° *Crustacés.* — Caractères généraux, Classification dans ses traits essentiels.

2°. *Vers.* — Les Rotifères : Organisation, habitat, classification.

Démonstrations pratiques au Laboratoire et aux Galeries de Zoologie.

— Cours de Botanique (Classification et Familles naturelles des cryptogames). — M. Mangin, Professeur, a commencé son cours le 30 novembre à 9 h. 30 (Amphithéâtre de la Galerie de Minéralogie) et le continuera les mercredi et lundi de chaque semaine. Le Professeur commencera l'étude des Algues.

Les excursions et les épreuves pratiques complémentaires du cours seront annoncées ultérieurement.

— Cours de Géologie. — M. Paul Lemoine, Professeur, a commencé son cours le samedi 26 novembre à 17 heures (Amphithéâtre de Géologie) et le continuera les samedis suivants. Le Professeur étudiera:

1° L'Histoire de la Terre. — VI. Epoque quaternaire.

2° Phénomènes géologiques dans les mers (sédimentation littérale et marine).

M. René Abrard a commencé le 1er décembre à 17 heures une série de dix leçons sur : « Les régions naturelles du Bassin de Paris; constitution géologique et gisements fossilifères. » Ces leçons auront lieu les jeudis à la même heure dans l'Amphithéâtre de Géologie.

Les excursions géologiques publiques seront annoncées par des affiches spéciales.

— Cours de Physique appliquée aux sciences naturelles. — M. Jean Becquerel, Professeur, a commencé son cours le mercredi 23 novembre à 17 heures (Amphithéâtre de Minéralogie) et le continuera les vendredi, lundi et mercredi de chaque semaine à la même heure. Le Professeur étudiera : « La constitution des atomes ».

Institut d'Ethnologie (Fondation des Colonies françaises) — Les cours ont lieu à l'Amphithéâtre de l'Institut de Géographie, 191, rue Saint-Jacques (S'inscrire au Secrétariat).

Diplôme de l'Institut (Sciences) :

Anthropologie zoologique et biologique. — M. Rabaud. Lundi à 14 heures et jeudi à 9 h. 45 (à partir du 6 février).

Géologie des temps quaternaires et Paléontologie humaine. — M. L. Joleaud. Mardi à 15 heures (à partir du 10 janvier).

Psychologie de l'Homme et des Anthropoïdes. — M. P. Guillaume. Jeudi à 10 h. 30 (à partir du 12 janvier).

Diplôme de l'Institut et Certificat d'Ethnologie (*Lettres*) :

Ethnographie descriptive. — M. Mauss, *Jeudi et samedi à 17 heures* (à partir du 1er décembre).

Linguistique descriptive. — M. Cohen. *Vendredi à 10 heures* (à partir du 13 janvier).

Anthropologie. — M. P. Rivet. *Mardi à 9 h. 30* (à partir du 31 janvier 1928).

Préhistoire exotique. — M. l'abbé Breuil. *Mercredi à 18 heures* (à partir du 11 janvier 1928).

Linguistique et Ethnographie de l'Afrique. — Mlle L. Homburger. *Mercredi à 10 h. 30* (à partir du 11 janvier).

Linguistique et Ethnographie de l'Asie orientale et de l'Océanie. — M. J. Prezyluski. *Mardi à 10 h. 30* (à 10 h. 30 (à partir du 20 décembre).

Des cours communs aux deux diplômes et au certificat sont faits par MM. Mauss, Cohen et Rivet.

Enfin certains Cours des Facultés et des établissements publics d'Enseignement supérieur à Paris peuvent servir de matière facultative pour les examens de l'Institut d'Ethnologie. (Consulter l'affiche à l'Institut de Géographie, 191, rue Saint-Jacques).

Service des Poudres. — Un concours pour trois places d'agent technique militaire de 3e classe des poudres sera ouvert le 5 mars 1928.

L'examen écrit aura lieu dans les poudreries les plus rapprochées de la résidence des candidats, choisies comme centre d'examen.

L'examen oral sera passé à Paris.

Conformément aux dispositions de l'article 16 de la loi du 25 mars 1914, sont admis à prendre part à ce concours :

Les candidats anciens élèves de l'Ecole polytechnique, de l'Ecole centrale des arts et manufactures, des Ecoles d'arts et métiers ou des Ecoles de chimie industrielle ci-après désignées : Ecole de physique et de chimie de la Ville de Paris, Institut de chimie appliquée de la Faculté des sciences de Paris, Institut de chimie appliquée de Toulouse, Ecole de chimie industrielle de Lyon, Institut de chimie de Lille, Institut chimique de la Faculté des sciences de Montpellier, Ecole de chimie appliquée de Bordeaux, Ecole de chimie appliquée de Nancy, Ecole de chimie de Mulhouse, Ecole de chimie de la Faculté des sciences de Marseille, Institut industriel du Nord de la France à Lille, Institut de chimie de Besançon, Institut polytechnique de Bretagne, Institut polytechnique de l'Ouest, Institut chimique de Rouen, Institut de chimie de Strasbourg, Ecole de chimie industrielle annexée à l'Ecole préparatoire à l'enseignement des sciences et des lettres de Rouen, Institut de chimie industrielle de la Faculté des sciences de Caen, Institut de chimie et de technologie industrielles de l'Université de Clermont-Ferrand, Ecole centrale lyonnaise.

Pour être admis au concours, les candidats doivent être Français, avoir satisfait aux obligations militaires et pouvoir compter trente ans de services militaires à cinquante-huit ans d'âge. Ils doivent, en outre, présenter toutes les garanties d'aptitude physique nécessaires.

Les demandes d'admission au concours doivent être adressées à M. l'Inspecteur général des poudres, président de la commission d'examen, 12, quai Henri-IV, à Paris, accompagnées des pièces ci-après : l'acte de naissance du candidat, l'extrait de son casier judiciaire, l'état signalétique et des services, les diplômes que possèdent les candidats et, notamment, ceux justifiant qu'ils sont anciens élèves des écoles susvisées.

Les candidats admis à concourir seront prévenus par le président de la commision d'examen, qui leur indiquera les dates et lieux du concours.

La clôture de l'inspection des candidats est fixée au 6 février 1928.

Le programme des connaissances exigées (arrêté du 8 juin 1914, annexe n° 3) a été publié au *Journal officiel* du 18 juin 1914, page 5339 et au *Bulletin officiel* du ministère de la guerre (année 1914, p. 1072), avec un rectificatif du 5 septembre 1918 (*Journal officiel* du 10 septembre 1918, p. 7974) inséré au *Bulletin officiel* de 1918, page 2715.

Une notice donnant les traitements des agents techniques des poudres sera envoyée aux candidats, sur leur demande, par l'inspection générale des poudres, 12, quai Henri-IV, à Paris.

Ecole nationale d'Agriculture. — Par arrêté en date du 26 novembre 1927, un concours sur titres et sur épreuves est ouvert pour la nomination d'un Professeur de technologie agricole à l'Ecole nationale d'Agriculture de Rennes.

Les opérations de ce concours commenceront le mardi 27 décembre 1927, à sept heures trente, à l'Institut National Agronomique. Le programme peut être demandé au Ministère de l'Agriculture (Direction de l'Agriculture, 1er bureau).

Université de Bordeaux. — *Faculté de Médecine et de Pharmacie.* — Le Doyen est autorisé à accepter le legs de 15.000 fr. que Mme veuve Demous a fait à ladite Faculté; cette somme est constituée en rentes 4 p. 100, dont les arrérages seront affectés annuellement à des travaux, recherches, installations, bourses de voyages, missions d'études se rapportant à la chirurgie opératoire ou expérimentale, ou bien, « le cas échéant », à des bourses attribuées à des étudiants pauvres, particulièrement méritants.

— M. Dubecq est nommé, pour une période de neuf années, Agrégé d'anatomie.

Université de Montpellier. — *Faculté de Médecine.* — M. Boulet est nommé, pour une période neuf années, Agrégé de médecine.

Université de Nancy. — *Faculté de Médecine.* — M. Simon, ancien Professeur, est nommé Professeur honoraire.

— M. Santenoise est nommé, pour une période de neuf années, Agrégé de physiologie.

Université de Grenoble. — Le Recteur est autorisé à accepter le legs d'une collection du *Génie civil* et d'une

somme de 1.000 francs que M. Bergès a fait pour l'Ecole de papeterie de l'Institut polytechnique.

Université de Dijon. — *Faculté des Sciences.* — La chaire de Géologie et Minéralogie est transformée en chaire de Géologie, Géographie physique et Minéralogie. M. Chaput, Professeur de Géologie et de Minéralogie, est nommé titulaire de la nouvelle chaire transformée.

Université de Lyon. — *Faculté des Sciences.* — M. Henri Longchambon, Maître de Conférences de Minéralogie à la Faculté des sciences de Montpellier, est nommé Professeur de Minéralogie à la Faculté des Sciences de Lyon.

— A partir de janvier 1928, paraîtra *la Revue de l'Université de Lyon*, dont le comité de direction sera composé de M. Pauphilet (Lettres), président, M. E. Lambert (Droit), M. Job (Sciences) et M. Poliéar (Médecine), Mlle Visséria (Bibliothèque), secrétaire.

La Revue comprendra : 1° des articles de fond de haute vulgarisation littéraire, scientifique, les mémoires, les monographies spéciales, demeurant le domaine réservé aux *Annales*; 2° une chronique commentant un acte, un geste, un événement un livre local, régional; 3° des informations universitaires sur toute la vie intérieure et extérieure des Facultés de l'Université.

Université de Rennes. — *Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie.* — Un concours s'ouvrira le 1er juin 1928 pour l'emploi de Professeur suppléant des chaires d'Anatomie et de Physiologie.

Les épreuves auront lieu à la Faculté de Médecine de Paris.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Université d'Alger. — M. Courrier est nommé, pour une période de neuf années, Agrégé d'histologie.

Université de Yale (U. S.). — *Bourses universitaires Theresa Seessel pour l'encouragement des recherches scientifiques.* — Deux bourses de 1500 dollars chacune seront accordées de préférence aux candidats ayant obtenu le grade de Docteur ès sciences et qui ont témoigné de leur aptitude à poursuivre, avec succès, des travaux scientifiques originaux, d'un ordre supérieur.

Les candidats devront adresser leurs demandes au *Dean of the Graduate School, New Haven, Connecticut, Etats-Unis*, avant le 1er mars 1928.

Toute demande devra être accompagnée de lettres de recommandation ainsi que de brochures ou réimpressions d'articles scientifiques déjà publiés par le candidat. Celui-ci devra demeurer à New-Haven depuis le mois de septembre jusqu'au mois de juin.

Universités Tchécoslovaques. — *Enseignement supérieur.* — L'Institut des Statistiques de Prague vient de publier un exposé de l'état de l'enseignement en Tchécoslovaquie pendant l'année 1926.

Les quatre Universités publiques avec les deux Facultés théologiques avaient 15.048 étudiants, dont 13.156 de nationalité tchécoslovaque.

Les étudiantes représentaient respectivement, dans les quatre Universités 19.8 o/o, 13.6 o/o, 9 o/o, 10.5 o/o.

Sur le nombre total des étudiants, 39.3 o/o faisaient leur droit, 26.5 o/o étudiaient la médecine, 17 o/o la philosophie, 12.2 o/o les sciences naturelles, 12.2 o/o la comptabilité, 1.1 o/o la pharmacie, 1.2 o/o la théologie catholique, 0.9 o/o la théologie protestante.

Quant à la nationalité, les étudiants se répartissent ainsi 61,8 o/o appartenaient à la nationalité tchécoslovaque, 7.3 o/o étaient russes ou ukrainiens, 18.7 o/o allemands, 3 o/o magyars, 0,6 o/o polonais, 0,4 o/o roumains, 7 o/o juifs et 1,2 o/o divers.

Les Hautes Etudes techniques comptaient avec l'Institut agronomique, l'Ecole des mines et l'Ecole vétérinaire en tout 12.476 étudiants dont 8.565 de nationalité tchécoslovaque.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

A manual of radioactivity, par G. Hevesy et F. Paneth, traduit par R. Lawson. In-8° de 252 pages, Oxford University Press.

L'ouvrage, traduit de l'allemand en anglais, est un exposé d'ensemble de la radioactivité, fait surtout du point de vue physique. Il s'adresse à ceux qui veulent prendre une connaissance précise de cette branche importante de la physique et se familiariser avec ses méthodes de recherches.

Les premiers chapitres sont consacrés à l'étude des divers rayonnements émis au cours des transformations radioactives, aux conceptions actuelles de la structure de l'atome et à la traduction mathématique des phénomènes de désintégration. Sont ensuite étudiés : les relations qui existent entre les éléments engendrés au cours des désintégrations, les analogies entre ces éléments qui ont permis de les grouper en familles; la mesure de leurs périodes de désintégration; l'étude de la relation qui existe entre la période de désintégration et la vitesse des rayons émis. Le reste de l'ouvrage traite surtout de l'aspect chimique des phénomènes de radio-activité : isotopie, application des radio-éléments comme indicateurs dans les recherches physiques et chimiques, propriétés du noyau et des électrons périphériques, préparation et propriétés des substances radioactives. Enfin l'ouvrage se termine par un chapitre consacré aux relations de la radioactivité avec la géologie et la géophysique. Un court historique retrace la naissance et le développement de la radioactivité.

A Bc.

Paratonnerres, par Edwin W. Liggiston. (*Bibliothèque des monographies techniques*). In-8° de 100 pages avec 83 figures.

L'ouvrage constitue une monographie des paratonnerres relatant les perfectionnements qui leur ont été apporté depuis les premiers essais de Franklin jusqu'aux recherches les plus récentes. L'auteur décrit avec soin les organes essentiels d'un bon paratonnerre et mentionne les principaux brevets le concernant. Cet ouvrage comble une lacune de notre littérature scientifique et il sera certainement apprécié des électriciens et des architectes.

A. Bc.

Cours de Météorologie à l'usage des observateurs de l'Office national Météorologique. Publié sous la direction du général Delcambre. Fasc. VI et X. Petit in-4° de pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. —

Le développement de l'aviation a considérablement augmenté l'importance de la connaissance des phénomènes météorologiques. Aux études poursuivies depuis longtemps dans les observatoires et dont l'intérêt reste toujours aussi grand, viennent s'ajouter des études nouvelles rendues possibles par le développement des sciences connexes et

de la technique, telles que l'étude systématique des nuages, les sondages aérologiques, l'observation des atmosphériques qui troublent les réceptions de T. S. F. Les anciens cours de météorologie sont devenus insuffisants pour ceux qui non seulement veulent s'initier à la science de l'atmosphère, mais qui cherchent à participer à tous les détails de la vie d'un observatoire.

L'éminent Directeur de l'O.N.M. a bien compris la nécessité de donner à son personnel, multiplié, les moyens de compléter les enseignements qu'il pouvait retirer des traités classiques de météorologie; il a entrepris, dans ce but, la publication d'un cours qui rendra les plus grands services aux observateurs.

Ce cours doit comprendre onze parties :

I. *Instruments et procédés d'observations*, par le Général Delcambre. II. *Nuages et systèmes nuageux*, par MM. Duhr et Wehrlé. III. *Sondages aérologiques*, par le Général Delcambre. IV. *Cartes météorologiques*, par le Général Delcambre. V. *Codes employés dans les transmissions météorologiques*. VI. *Transmissions*, par le capitaine Bureau. VII. *Exploitation d'un poste météorologique*, par MM. Gain et Baldit. VIII. *Protection météorologique de l'aéronautique*, par MM. Delcambre et Wehrlé. IX. *Tables météorologiques de l'O.N.M.* X. *Tables de dépouillement des sondages, avec tables météorologiques*. XI. *Exercices pratiques d'observations et de calculs météorologiques*, par MM. Delcambre et Baldit.

Les sixième et dixième parties viennent de paraître.

La brochure du capitaine Bureau sur les transmissions décrit l'organisation des transmissions et des réceptions des messages météorologiques, les consignes appliquées dans les postes de l'O.N.M. la communication des renseignements à l'aviation, le contrôle.

La table la plus étendue contenue dans la dixième partie a pour but de donner en fonction de l'altitude d'un ballon et de l'angle sous lequel il est vu au-dessus de l'horizon par un poste d'observation la distance à ce poste. Une seconde table simplifie le calcul du vent balistique, calcul qui a pris tant d'importance dans les tirs d'artillerie de précision. Des tables annexes permettent le calcul de la réduction du baromètre à zéro, de la variation de la pression barométrique avec l'altitude, de la tension de vapeur, et du poids du mètre cube d'air en fonction de la pression et de la température. J. B.

Photometry, par John W. T. Walsh, secrétaire général de la Commission Internationale de l'Eclairage. In-8° de 500 pages avec 300 figures. Constable and C°, éditeur, Londres. — Prix : 40 sh.

La photométrie prend une importance de plus en plus grande dans la Science comme dans l'Industrie. Cependant peu de traités étendus lui ont été entièrement consacrés depuis l'ouvrage de Liebenthal « Praktische Photometrie » paru en 1907. Les publications plus récentes sont ou bien de courtes monographies, ou bien des chapitres de traités plus généraux fixant les principes, mais ne pouvant donner à la description des méthodes et des instruments la place qui serait nécessaire. Cependant les quinze dernières années ont été particulièrement fécondes pour le développement de cette branche de la physique technique; on leur doit presque tous les photomètres si largement en usage aujourd'hui et surtout la mise en œuvre des méthodes physiques de photométrie qui sont assurément destinées dans un proche avenir à beaucoup d'applications pratiques.

M. Walsh, chef de la Division de Photométrie au National Physical Laboratory, était particulièrement désigné pour écrire le traité complet, à la fois théorique et pratique des méthodes employées aujourd'hui pour la mesure de la lumière. Son ouvrage forme un exposé concis, et cependant très clair du sujet tout entier. Naturellement ce sont les méthodes et les instruments actuellement en usage sur lesquels l'auteur s'étend le plus; la description des appareils vieillis est réduite à quelques lignes, ou à une simple mention bibliographique. Voici les sujets des chapitres : Histoire, Nature de la lumière et principes d'optique, OEil et vision, Principes de photométrie, Etalons lumineux, Mesure de l'intensité lumineuse dans une seule direction, Distribution de l'intensité lumineuse et mesure de flux total, Photométrie hétérochromatique, Spectrophotométrie, Mesure de la couleur. Photométrie physique, Photométrie de l'éclairage, Mesure de la brillance et des facteurs de réflexion et de transmission, Photométrie des appareils de projection. Photométrie stellaire. Le Laboratoire photométrique. Dix appendices donnent des renseignements numériques importants.

Les références sont extrêmement nombreuses et forment probablement la bibliographie la plus complète qui existe sur le sujet.

L'ouvrage de M. Walsh sera de la plus grande utilité non seulement dans le laboratoire de recherches, mais aussi dans le bureau de l'ingénieur. A moins d'une révolution scientifique complète il restera longtemps un livre fondamental dans la branche de la Science et de la Technique qu'il s'est proposé de traiter.

J. B.

Cours de physique industrielle professé à l'Ecole centrale Lyonnaise, par A. Mondiez. In-8° de 432 pages et 197 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris 1927.

Ecoulement des fluides, transmission, production et utilisation de la chaleur, froid industriel, telles sont les matières envisagées dans l'excellent cours de Physique industrielle de M. Mondiez. Pour chaque partie du cours, l'auteur a soin d'exposer tout d'abord les principes généraux qui s'y rapportent et d'en indiquer la portée et l'utilité par des applications immédiates empruntées à la pratique courante. C'est bien là la saine méthode pour l'enseignement de la physique industrielle, la connaissance de ces principes étant, en effet, indispensable à quiconque veut aborder l'étude des problèmes, toujours très complexes, que pose la pratique.

A l'exposé des lois générales et de leurs applications immédiates, l'auteur a eu l'heureuse idée d'ajouter un chapitre consacré à des applications d'ensemble. Comme il le fait remarquer, on n'a pas trouvé de meilleur moyen pour transporter la chaleur que de la confier à des fluides chargés de la transmettre ensuite aux corps ou aux milieux à chauffer. Le problème du chauffage central, celui du séchage, les applications du froid où interviennent les lois et les théories développées dans le cours, ont été l'objet de chapitres intéressants qui font bien sentir l'utilité, pour les techniciens, des connaissances théoriques.

La rédaction est nette et claire; de nombreux schémas aident à la compréhension du texte.

A. Bc.

Le Gérant : M. Hédan.

Imp. P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 24 — 65e ANNÉE — 17 DÉCEMBRE 1927

COULEUR ET ÉCLAIRAGE [1]

Depuis une trentaine d'années, on a réalisé de gros progrès dans la production de la lumière artificielle : arcs à charbons minéralisés, incandescence par le gaz, lampes à filament métallique, arcs au mercure et au néon. Cette évolution qui conduisit en 1913 à la lampe à incandescence en atmosphère gazeuse s'est faite, pour tous les systèmes d'éclairage, dans un même sens : à savoir l'obtention d'un rendement de plus en plus grand par la réalisation de foyers puissants. Pour une même dépense (en watts par ex.), on obtenait de plus en plus d'intensité lumineuse (en bougies) ou de flux lumineux (en lumens). On s'est aperçu très rapidement de la nécessité d'utiliser rationnellement le flux lumineux obtenu, d'où un mouvement très vaste qui aboutit en divers pays à une spécialisation de l'ingénieur chargé des questions d'éclairage. Toute une science appliquée nouvelle : l'Eclairagisme, a pris ainsi naissance. Des Sociétés ont été fondées pour l'étude des questions d'éclairage et la diffusion des résultats obtenus ; des écoles techniques ont créé des enseignements d'éclairagisme. En France, par exemple, la « Société pour le perfectionnement de l'Eclairage » s'occupe de répandre dans le public les idées considérées actuellement comme essentielles dans l'éclairagisme ; l'Ecole Supérieure d'Electricité de Paris a, depuis 1925, une section d'éclairage.

L'éclairagisme utilise des données fournies : par l'étude du rayonnement en général (incandescence, luminescence), par la photométrie, par l'étude de l'œil. C'est l'œil en effet qui, dans toute réalisation, doit juger des résultats ; les objets extérieurs se peindront sur la rétine avec des différences qui tiennent à leur éclat plus ou moins grand, à leur couleur. D'où les 3 éléments importants d'un éclairage : *lumière*, *ombre*, *couleur*. Les deux premiers interviennent dans la quantité de lumière à fournir pour effectuer une besogne déterminée et sa répartition plus ou moins uniforme sur le plan de travail. Nous laissons ici ces questions de quantités pour nous borner à la qualité, à la couleur (2). La couleur avec laquelle nous apparaît un objet dépend : 1° de la qualité de la lumière qui l'éclaire (couleur de la source de lumière) ; 2° de l'objet et de ses propriétés : transparence, pouvoir réflecteur pour les diverses radiations ; 3° de l'œil et de la façon dont il répond à une excitation lumineuse donnée.

A) Couleur des sources de lumière.

Si on laisse de côté le gaz, surtout utilisé dans les éclairages extérieurs où les questions de couleur interviennent peu, on dispose actuellement: 1°, des lampes à incandescence à filament dans le vide et en atmosphère gazeuse ; 2°, des arcs divers : charbons minéralisés, mercure, néon. La composition de la lumière de ces différentes sources s'étudie à l'aide d'un prisme ou d'un

(1) Conférence faite à Bruxelles, le 25 mars 1927.

(2) Pour les questions de quantité et la définition des unités, voir *Revue Scientifique*, 8 déc. 1923.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

réseau (1). Les lampes à incandescence donnent un spectre continu renfermant toutes les radiations du violet au rouge (*). L'arc au mercure et l'arc au néon ont deux spectres très discontinus : une raie double jaune, une raie verte, une raie indigo, une raie violette pour le premier ; des raies rouges et jaunes pour le deuxième (*). L'arc à charbons minéralisés possède un spectre à fond continu sur lequel apparaissent des bandes de couleur variable suivant la substance minérale ajoutée (*). On sait qu'au-delà du spectre visible et des deux côtés existent des radiations invisibles à l'œil : ultra-violet et infra-rouge ; on montre par exemple l'existence de radiations ultra-violettes dans le spectre du mercure avec un écran fluorescent (*).

Avec une pile thermo-électrique, on peut mesurer l'énergie transportée E, par un ensemble de radiations tenant dans un petit intervalle donné de longueurs d'onde ($d\lambda$), aux environs d'une certaine couleur (λ). On trace ensuite la courbe de l'énergie E en fonction de la longueur d'onde λ. Pour un filament de tungstène à 2.000° (environ 200° au-dessous de la température du filament dans les lampes à vide), la courbe a la forme indiquée fig. 318. L'énergie maximum rayonnée est dans l'infra-rouge (1,2 μ) ; elle est à peu près 2 fois plus grande que celle rayonnée à la limite rouge du spectre visible (0,78 μ) et environ 100 fois plus grande que celle rayonnée à la limite violette (0,40 μ).

La lumière du soleil (directe ou diffusée) a aussi un spectre continu ; c'est le type de la lumière blanche ; c'est elle qui éclaire en général les objets et quand nous parlons de couleurs, il est presqu'entendu qu'il s'agit de couleurs à la lumière du jour.

B) Couleur des objets.

La couleur d'un objet éclairé en lumière blanche est produite par deux procédés principaux : 1°, par transparence, 2°, par réflexion (2).

Couleur par transparence. — Le corps ne laisse passer qu'une partie des rayons du spectre, soit qu'il absorbe, soit qu'il réfléchisse les autres. Les bons verres rouges laissent passer une lumière dont le spectre se réduit à une bande rouge étroite ; les verres jaunes, verts et bleus, un ensemble de radiations plus ou moins étendu (*). Les solutions colorées agissent de même : le bichromate de potassium absorbant l'extrémité bleu-violette, le permanganate de potassium absorbant le jaune-vert et laissant passer les deux extrémités du spectre. La fuchsine solide réfléchit le vert (*). La teinte absorbée ou réfléchie et la teinte transmise sont dites complémentaires ; leur superposition redonne du blanc : ex. le jaune du bichromate et le bleu absorbé. Deux couleurs complémentaires peuvent être vues séparément, mais pas simultanément à la même place ; leur mélange donne, suivant leur intensité respective, un gris ou une des couleurs composantes plus ou moins lavée de gris.

Couleur par réflexion. — Les substances non-transparentes diffusent la lumière reçue et on doit admettre que leur pouvoir réflecteur varie avec la couleur de cette lumière, les objets rouges réfléchissant mieux le rouge, etc. On montre ce fait par une expérience simple (*) : un spectre continu est projeté sur un écran et, au voisinage de l'écran, on promène dans les lumières de couleur des objets colorés : laines teintes, fleurs. Une laine rouge paraît rouge dans

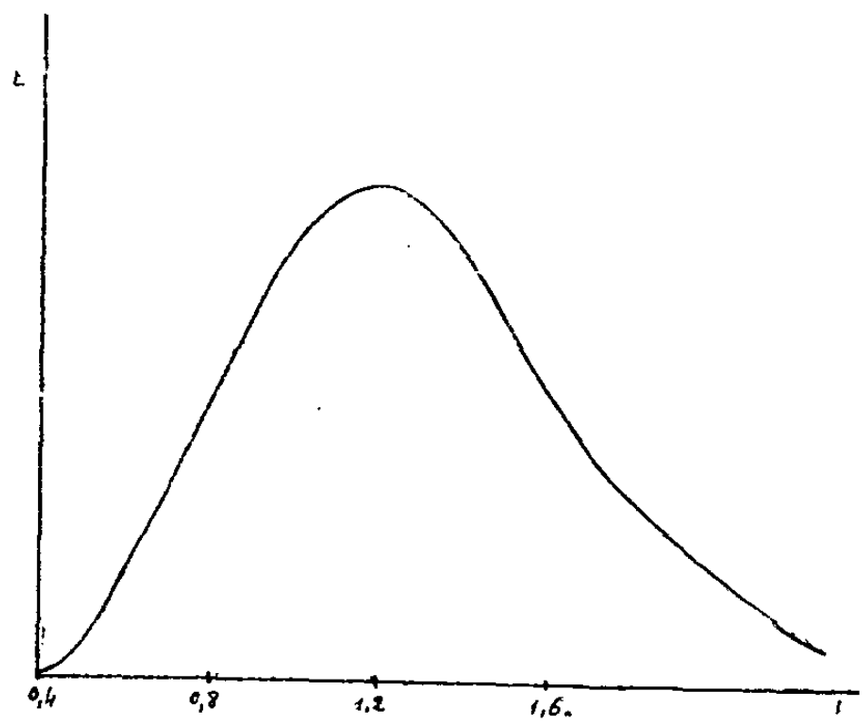


Fig. 318. — Energie d'un filament de tungstène à 2000° C

le rouge, garde une certaine couleur dans l'orangé et le jaune ; elle est noire dans le vert, le bleu et le violet ; une tulipe rouge apparaît noire dans les mêmes conditions ; une laine jaune (ou un brin de mimosa) est de même noire dans le bleu, etc.

L'effet d'une lumière complexe, analogue à celle du jour, sur un objet coloré se prévoit alors facilement. Il faudra que l'objet coloré trouve dans la lumière incidente, pour garder une couleur, les radiations qu'il pourra réfléchir ou transmettre ; sinon il paraîtra noir. Le noir est l'absence de réflexion ou de transmission pour les radiations visibles. Les fleurs jaunes et bleues, les feuillages verts le restent dans la lumière du mercure ; les fleurs rouges y paraissent noires. On a essayé depuis longtemps de corriger cette lumière en lui ajoutant du rouge (par ex. avec le néon) ; on améliore ainsi beaucoup l'aspect des objets qui renferment du rouge. Les pigments rouges paraissent noirs en lumière

(1) Les expériences marquées d'un astérique ont été effectuées pendant la conférence.

(2) On laisse ainsi de côté la fluorescence, d'application assez rare jusqu'ici.

verte ; on pourra obtenir des apparitions et disparitions d'objets rouges ou verts sur fond noir en les éclairant avec de la lumière verte ou rouge ; on obtient ainsi des effets de mouvement assez inattendus (*). De même c'est en filtrant la lumière d'un même illuminant (lampe à incandescence) par des verres teintés, qu'on réalise des lampes de toute couleur.

C) Sensibilité de l'œil et appréciation des couleurs.

L'œil possède une sensibilité très variable pour les différentes couleurs du spectre (1). La sensibilité de l'œil passe par un maximum dans le jaune-vert (0,58 μ environ) ; elle correspond alors à une impression visuelle de 670 lumens pour une énergie reçue de 1 watt. Connaissant la courbe de sensibilité de l'œil, on peut convertir les données énergétiques en impressions visuelles. La fig. 319 représente les énergies relatives de quelques illuminants usuels dans le spectre visible ; on y a ramené à la même valeur (100) les énergies pour la longueur d'onde de sensibilité maximum. Les illuminants à spectre continu (soleil, ciel, pétrole, lampes à incandescence), bien que donnant tous de la lumière blanche, ont des répartitions spectrales très différentes. On a figuré sur le même dessin les énergies relatives des diverses radiations de la lampe à mercure. Pour savoir l'effet de ces lumières sur l'œil, il faut convertir les énergies en lumens en se servant de la courbe de sensibilité de l'œil. Dans la fig. 320, on a représenté ainsi, avec une échelle convenable pour les lumens, les deux courbes d'énergie du ciel bleu et d'une lampe à incandescence à atmosphère gazeuse, puis les deux courbes de luminosité des deux mêmes sources. On voit que, pour une longueur d'onde bleue ou violette, le flux relatif est nettement plus grand dans le ciel que dans la lampe ; le ciel doit paraître plus bleu que la lampe.

Dans ce qui précède, l'œil apprécie des teintes spectrales et fonctionne d'une façon assez objective. Dès qu'il s'agit de lumières complexes, le caractère subjectif des appréciations intervient. D'abord l'œil ne fonctionne pas du tout à la façon d'un prisme, il est incapable d'analyser la lumière. Par exemple, si on éclaire un écran blanc avec la lumière du mercure, cet écran paraît blanc ; l'image d'une fente traversée par cette lumière est blanche. Il suffit d'interposer un prisme pour faire apparaître les 3 radiations principales jaune, verte et indigo, ce qui prouve que l'œil se contente d'une approximation assez grossière pour apprécier le blanc. On sait qu'on peut reproduire la sensation de blanc par mélange de 3 lumières de teintes et d'intensités convenablement choisies; elles s'obtiennent avec un même illuminant (lampe à incandescence) et des filtres convenables (ampoules colorées) par exemple rouge, jaune, bleu ou souvent pourpre, jaune-vert, bleu-vert. Alors que l'addition des 3 couleurs donne l'impression de blanc, celle de 2 des couleurs composantes donne une impression colorée ; en cachant la lampe jaune, on obtient un violet ; les 3 ombres d'un même objet sont ainsi de 3 couleurs différentes (*).

On s'explique par ce qui précède qu'il soit difficile de définir convenablement la lumière blanche ; l'étalon le plus correct et le plus comparable à lui-même est la lumière directe du soleil. Sa composition est d'ailleurs fortement modifiée par l'absorption atmosphérique ; celle-ci agit différemment sur les différentes longueurs d'onde, la transmission étant meilleure dans le rouge que dans le violet ; la couleur se modifie avec l'épaisseur d'air traversée, c'est-à-dire avec la hauteur du soleil, la lumière devenant plus rouge quand l'épaisseur croît. Pour une même hauteur, dans des pays à atmosphère claire et par beau temps, la teinte est assez comparable à elle-même, c'est cette teinte qu'on aura en vue quand on parlera d'une façon plus précise de lumière blanche. Le graphique de la fig. 319 montre que la lumière du ciel, quoique blanche, est nettement plus bleue que la lumière directe du soleil.

S'il est difficile de définir le blanc, il est également très difficile de définir exactement une couleur. On peut essayer d'apprécier la teinte dominante, par comparaison avec une teinte spectrale, ce qui fixe la longueur d'onde moyenne. Les couleurs spectrales sont supposées avoir le maximum de pureté (saturation) ; on imagine facilement une couleur plus ou moins mélangée de blanc, par exemple une laine colorée ayant d'abord 20 fils rouges, puis 19 rouges et 1 blanc, etc. Les colorimètres monochromatiques permettent de mélanger du blanc à une couleur quelconque pour reproduire une saturation donnée. Enfin on fixera l'intensité de la couleur par sa brillance, ou en donnant le pouvoir réflecteur de l'objet coloré. Ces pouvoirs réflecteurs sont extrêmement variables d'un objet à l'autre ; ils s'entendent comme proportion de lumière réfléchie dans une lumière incidente blanche. Les objets blancs réfléchissent au plus 80 o/o du flux incident (papier filtre, peintures blanches) ; les gris, suivant leur teinte, de 70 à 20 o/o ; les objets noirs seulement quelques o/o (velours noir 1 o/o). Les pigments et papiers colorés ont des pouvoirs réflecteurs qui varient avec leur nature et leur couleur ; en gros, les teintes claires (crême, rose), donnent 60-50 o/o ; les teintes foncées (rouge, vert olive), guère plus de 10-20 o/o. Les 3 éléments : teinte moyenne, saturation, bril-

(1) *Revue Scientifique*, 8 déc. 1923.

lance interviendront dans l'impression finale produite sur l'œil.

Le procédé trichrome rappelé plus haut peut aussi être employé pour reproduire une couleur quelconque ; l'expérience montre qu'on peut varier beaucoup le groupe des 3 couleurs composantes. On obtient ainsi des résultats intéressants au point de vue pratique, mais qui conservent, comme le montre le choix arbitraire des 3 couleurs primaires, un caractère marqué d'empirisme (1).

Si on fait exception de quelques facteurs physiologiques (état d'adaptation de l'œil, état per-

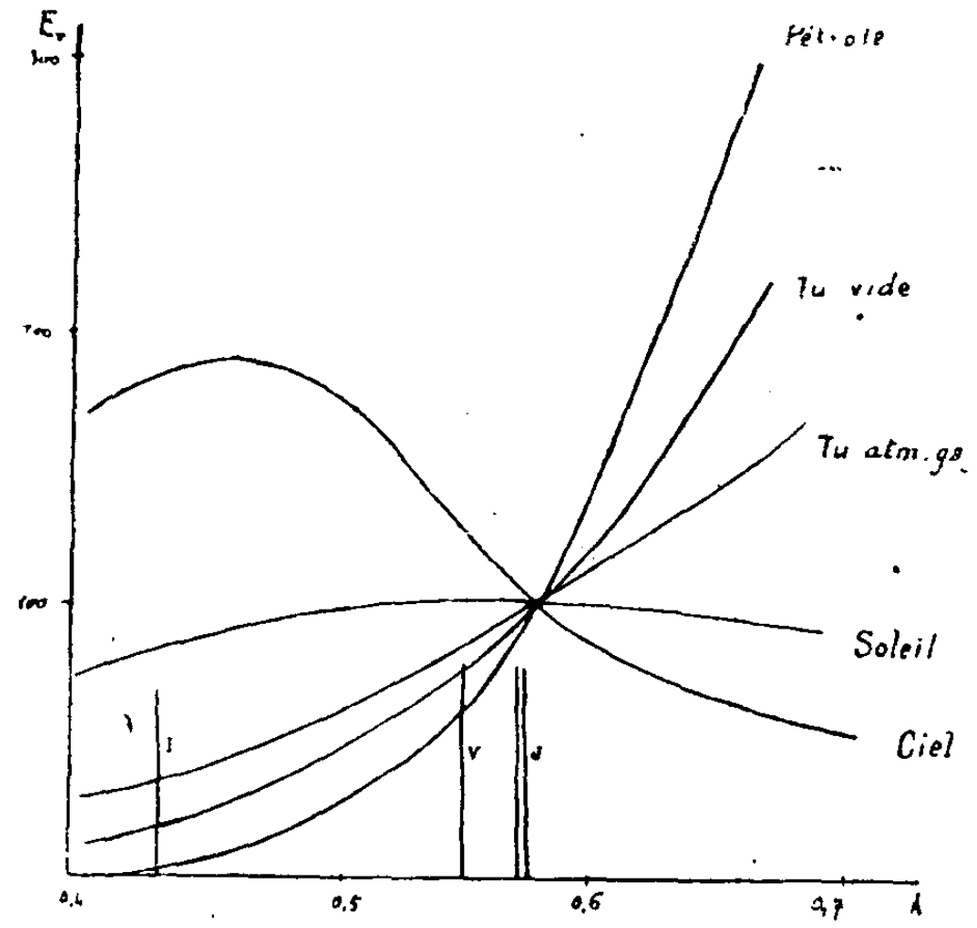


Fig. 319. — Energie relative de divers illuminants.

sonnel de la vision colorée chez l'observateur, effet de contraste simultané de couleurs adjacentes, etc.), on peut encore admettre que l'appréciation des couleurs soit susceptible de mesure, puisqu'on peut traduire l'impression de couleur, soit par les proportions de blanc et d'une couleur spectrale, soit par les proportions des 3 couleurs composantes. La vision des couleurs comporte cependant tout un côté nettement psychologique. Il n'est pas douteux qu'il existe des teintes *chaudes* et *froides*, les premières comprenant les rouges, orangés et jaunes, les secondes les bleus et violets ; les verts seraient des teintes neutres. Sans aller jusqu'à prétendre, comme on l'a dit quelquefois, que la température apparente d'une pièce est relevée quand elle est tendue de jaune, il est certain que, pour la généralité des gens, on égaie la pièce en rendant la lumière visible. On a vu dans ces préférences un rappel instinctif d'habitudes ancestrales, les teintes chaudes correspondant au feu, seul procédé d'éclairage artificiel dans les temps reculés. Il faut remarquer que nos chambres sont en général tapissées et ornées pour être vues au jour, c'est-à-dire sous une lumière qui est beaucoup plus bleue que celle des lampes artificielles les plus poussées ; cependant, le soir venu, nous trouvons celles-ci trop blanches, puisque nous les corrigeons par des verres jaunes ou des tentures orangées. On est forcé d'admettre qu'il existe deux appréciations différentes pour le jour et la nuit, et ces préférences sont essentiellement non mesurables.

(1) L'appréciation des couleurs est aussi une question d'éducation. Certains auteurs pensent que la distinction des couleurs était peu nette dans l'antiquité : Homère parle de la mer « couleur de vin » ; les Egyptiens faisaient des confusions entre le jaune et le bleu. Beaucoup de gens ne distinguent pas dans le spectre entre le bleu, l'indigo et le violet; certains ne voient pas l'orangé. Actuellement, on possède tellement de nuances de bleu par exemple qu'il faut une vraie éducation pour les distinguer.

D) Applications diverses.

I) Nous avons déjà signalé l'importance de l'emploi des papiers de teinte claire ; dans une pièce assez petite, la quantité de lumière qui parvient à une table provient, d'abord de la

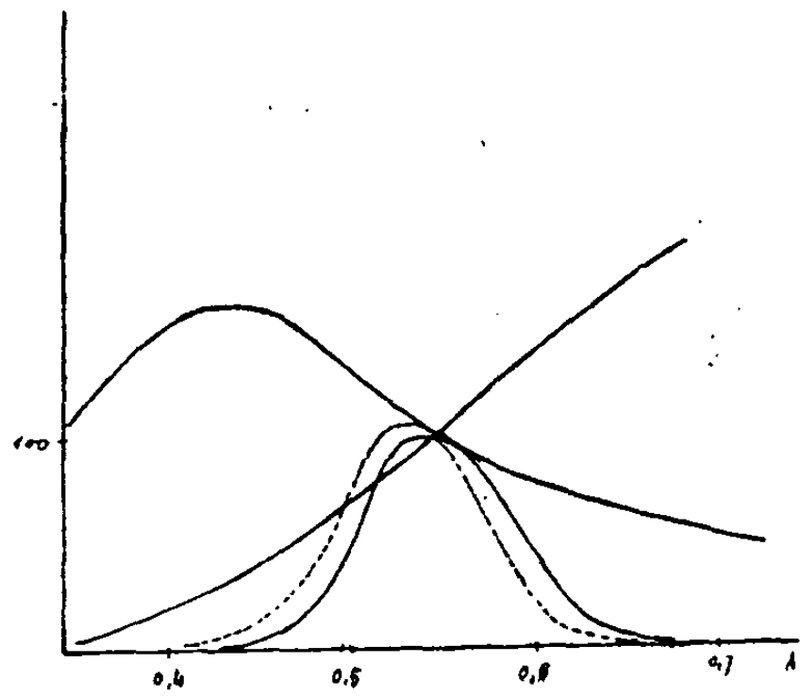


Fig. 320. — Effet des illuminants sur l'œil.
..... Lampe à incandescence
——— Ciel

lampe, puis des murs, d'où l'importance du pouvoir réflecteur des papiers ; dans une pièce tendue de rouge, on ne devra compter que sur la lumière directe. Dans le même ordre d'idées, il faudra assortir la lumière aux objets qui doivent la réfléchir ou la filtrer ; par exemple si le papier de tenture est rouge, il faudra, soit employer la lumière blanche, soit filtrer par des verres ou écrans rouges et jaunes, mais pas verts. Il y aura avantage à employer des teintes de papiers assez neutres si on emploie des lumières colorées, de façon à réfléchir dans une même proportion toutes les teintes du spectre de l'illuminant, ce qui conservera la couleur.

II) Il y a des cas où les questions de couleur n'ont guère d'importance : dessin en noir sur

blanc, lecture, travaux de mécanique et, en général, tous travaux effectués sur des surfaces blanches ou grises. De même, il n'est pas douteux que, pour l'observation de certains détails, une lumière monochromatique accroît l'acuité visuelle. Il y a par contre de nombreux cas où l'emploi d'une lumière blanche est indispensable ; ce sont tous ceux où il faudra, soit distinguer l'une de l'autre deux teintes assez voisines, soit assortir des étoffes, pigments, peintures, soit juger à la lumière artificielle d'un effet de juxtaposition de couleurs obtenu à la lumière du jour. La teinture et le tissage, la peinture en couleurs, le choix des étoffes, le triage des tabacs et des dents artificielles sont des exemples où le choix de la couleur de l'illuminant est important. L'éclairage par le mercure ou le néon déforme considérablement la couleur d'une étoffe ; on le comprend de suite d'après ce que nous avons dit plus haut ; certaines radiations que l'étoffe peut réfléchir manquent dans la lumière incidente. Mais les illuminants à spectre continu déforment aussi beaucoup les couleurs. Dans le but de permettre l'accomplissement à la lumière artificielle de tous les travaux signalés ci-dessus, on a cherché depuis longtemps une lumière artificielle dont la composition relative soit voisine de celle du soleil. Pendant quelque temps, on a employé la lumière Moore (décharge électrique dans le gaz carbonique raréfié). On dispose actuellement de lampes à incandescence corrigées, soit par des verres bleutés extérieurs à l'ampoule, soit par l'ampoule en verre bleu elle-même (lampes solaires) ; la courbe des énergies relatives d'une telle lampe se rapproche beaucoup de celle du soleil. L'aspect des étoffes (*), des tabacs (*), des peintures sous une telle lumière est tout à fait différent de celui des mêmes objets sous la lumière de la lampe non corrigée. L'emploi de ces lampes n'a qu'un inconvénient, l'absorption importante produite par les verres correcteurs (85 o/o dans les dispositifs à écran extérieur, 50 o/o dans les lampes solaires) ; avec les lampes solaires, il faudra prévoir une dépense de courant deux fois plus grande qu'en lumière blanche. Ces lampes ont leur place indiquée dans l'éclairage des académies de peinture, des galeries de tableaux, des tissages d'étoffes de couleur ; elles permettent de travailler le soir ou par les jours sombres. Leur usage est à recommander également dans les magasins où il est assez fréquent de voir l'acheteur et le vendeur se transporter à la lumière du jour pour apprécier la « vraie » couleur d'une étoffe.

III) La physionomie générale d'un intérieur éclairé à la lumière artificielle va dépendre, non seulement de la répartition plus ou moins artistique des décorations, tentures, meubles, etc., mais beaucoup plus encore de la lumière. On obtient des effets extrêmement variés en changeant la couleur de la lumière et son intensité ; ces changements sont faciles à produire automatiquement dès qu'il s'agit d'éclairage électrique. On peut, par exemple grouper de plusieurs façons des lampes blanches, rouges, jaunes, vertes, bleues, graduer l'intensité par des rhéostats ; les combinaisons nombreuses ainsi obtenues donnent à un même groupement d'objets des expressions tout à fait différentes (*). Le décorateur dispose de moyens limités dans le choix des tentures, papiers, pigments divers ; l'éclairagiste fait apparaître la décoration sous des aspects multiples, à l'aide de la lumière, qu'on doit considérer comme un moyen nouveau de décoration, autrement maniable que les peintures et étoffes, puisqu'il obéit à la simple manœuvre automatique d'un interrupteur. L'emploi de lampes à incandescence et de verres colorés conduit naturellement à des rendements faibles, surtout si on opère aux extrémités du spectre visible ; la production de lumière bleue intense est dans ces conditions coûteuse. On n'arrivera à réduire son prix qu'en s'attaquant à la production des lumières monochromatiques ; c'est, comme nous le signalions récemment (1), l'expérience qui doit indiquer la voie à suivre. Bien que les éclairages de réclame utilisent assez largement à l'heure actuelle le néon et le mercure, les lumières colorées n'ont certainement pas encore trouvé toutes les applications qu'elles permettent d'entrevoir.

E. DARMOIS,
Professeur à la Sorbonne.

L'ŒUVRE DE VILLEMIN (1)

On entend parfois railler la multiplicité des célébrations anniversaires de nos gloires nationales. En vérité, c'est le privilège des pays riches déjà d'un long passé, c'est l'honneur des hommes fidèles au culte de leurs bienfaiteurs, que de savoir commémorer les fastes qui ont marqué les étapes de leur histoire, et magnifier les esprits dont le génie a accru leur patrimoine commun en accélérant le progrès de la civilisation.

Villemin est de ceux-là. Si ce grand nom n'a pas pénétré dans l'obscur et éclatant domaine du sentiment populaire, si sa renommée n'a pas encore conquis la ferveur unanime et tacite de la foule anonyme qui seule fait les illustrations classées, n'en accusons que notre modestie et

(1) *Revue Scientifique*, 13 août 1927.

(1) Discours prononcé au Val-de-Grâce, le 17 octobre 1927, à l'occasion du Centenaire de Villemin.

notre négligence ; fière d'une incomparable lignée de savants, de littérateurs et d'artistes, la France omet parfois de rendre pleine justice à ceux de ses fils qui ont le plus exhaussé son prestige et gonflé cette créance intellectuelle et morale que l'Humanité lui reconnaît.

L'heure est venue, non pas de la réparation (ce serait singulièrement exagérer un oubli qui fut loin d'être total), mais bien d'ajuster une réputation à une œuvre, qui nous y convie en raison même de l'abondant profit qu'en a reçu la postérité.

Paul Valéry prononçait récemment : « Les morts n'ont plus que les vivants pour ressource. Nos pensées sont pour eux les seuls chemins du jour. Eux qui nous ont tout appris, eux qui semblent s'être effacés pour nous et nous avoir abandonné toutes leurs chances, il est juste et digne de nous qu'ils soient pieusement accueil-

Fig. 321. — Villemin.

lis dans nos mémoires et qu'ils boivent un peu de vie dans nos paroles. »

Oui, accueillons pieusement dans nos mémoires le splendide héritage légué par Villemin ; louons les chances qu'il nous a abandonnées d'abattre l'un des fléaux qui déciment l'humanité ; mais, —que le célèbre auteur d'*Eupalinos* me pardonne, — ne craignons pas que nos paroles de gratitude demeurent sa seule ressource. Les morts ressuscitent par l'œuvre de leur vie. L'œuvre défie la mort lorsqu'elle défie le temps. Auréolée de plus de cinquante années de vérité et de rayonnement, l'œuvre de Villemin consacre son immortalité.

***

Lorsque, le 5 décembre 1865, Villemin, professeur agrégé à l'Ecole Impériale du Val-de-Grâce, lut devant l'Académie de Médecine un mémoire, où il annonçait que la tuberculose est inoculable et appartient par conséquent à la famille des maladies virulentes et spécifiques, un sentiment d'incrédulité dédaigneuse acueillit cette affirmation qui bouleversait les idées reçues. Cependant, pénétré d'une certitude fondée sur des preuves expérimentales, Villemin, — nous dit-il lui-même avec une jolie et saine franchise, — ne put se défendre, devant « cette prise de possession d'un fait nouveau », d'une des plus vives joies qu'il ait jamais ressenties ! Ce n'était pas seulement, — son livre l'atteste, — la joie du savant passionné de vérité et victorieux de la Nature, c'était aussi celle du médecin qui embrassait d'un coup d'œil lucide le retentissement de sa découverte sur la lutte à entreprendre contre une maladie dont il avait mesuré les effets dévastateurs.

A cette époque, la doctrine régnante, étayée par un demi-siècle de recherches anatomiques gravitant toutes autour de l'étude de la lésion locale, — imprégnée encore des théories fameuses quoique combattues, faisant de tous les phénomènes pathologiques de simples réactions inflammatoires d'organes, — cette doctrine régnante, façonnée par l'organicisme de l'école physiologiste qui s'accommodait fort bien de la tradition populaire et médicale relative à la phtisie, tenait celle-ci pour le type des maladies, des diathèses, constitutionnelles et héréditaires. Toutes les controverses portaient, en dépit des mémorables travaux de Laennec, sur les limites et sur la nature de ses lésions ; mais la cause même du mal ne sollicitait pas l'attention de l'Ecole, toute imbue du dogme classique.

Ce n'était pas cependant que ce dogme fût admis par tous sans conteste. En certains pays, des traditions contraires n'avaient cessé de se maintenir dans l'esprit public. Tout le monde connaît les molestations auxquelles furent en butte, aux îles Baléares, George Sand et le malheureux Chopin, traînant sa tuberculose avec son funeste amour parmi les populations convaincues de la contagiosité de la phtisie. Mon regretté maître Landouzy a eu naguère la curiosité de rechercher les édits promulgués par Ferdinand VI d'Espagne, en 1751, et par Philippe VI, roi de Naples et des Deux-Siciles, en 1782, qui manifestent énergiquement la croyance populaire en la contagiosité de la phtisie, ainsi que la doctrine officielle touchant les mesures à prendre pour la combattre.

Parmi les médecins mêmes, l'idée de la contagiosité n'était pas unanimement repoussée. Les mémoires et traités de cette époque relatent, — mais, il faut bien le dire, avec un intérêt assez modique, — les discussions entre contagionnistes et non-contagionnistes. En leur faisant une place restreinte, les auteurs semblent sacrifier à l'obligation d'une argumentation complète plutôt qu'accorder au débat une importance justifiée par la gravité d'un conflit qui n'existe guère dans leurs esprits : pour l'immense majorité des maîtres de la médecine d'alors, la théorie contagioniste est regardée comme un paradoxe assez inconsistant. Même

l'inoculation d'un tubercule que Laennec raconte s'être fait accidentellement, cas unique jusqu'alors, était demeurée, malgré l'éclat de la victime, sans aucun retentissement. Et rien ne paraît plus comique, aujourd'hui, que le spectacle du hautain détachement d'un Pidoux pour la question étiologique agitée par les expériences de Villemin.

La nuit s'étendait donc, sans lueur, sur la nature de la tuberculose, et nul, à la vérité, ne se tourmentait d'en dissiper les ombres.

Si, cependant. Un homme scrutait dans ses méditations et ses études ce problème dont il apercevait la portée scientifique et pratique. Villemin nous explique fort bien comment il fut amené à sa découverte. Deux faits d'observation le conduisirent à se demander si la tuberculose n'était pas inoculable, spécifique et virulente. Le premier procède d'une constatation anatomique ; il est exprimé dans les lignes suivantes : « Si le tubercule engendre le tubercule dans son voisinage, non seulement dans le même tissu, et par continuité, mais encore d'un tissu à un autre, et par contiguité, il pourrai bien se faire qu'il le produisît aussi d'un organisme à un autre organisme (1). »

L'autre raison est d'un caractère plus impérieux. Toutes les investigations de Villemin l'avaient invité à apparenter étroitement, sur le terrain de l'anatomie pathologique, comme de la pathogénie générale, la tuberculose à la syphilis et à la morve. Alors, puisque ces deux dernières maladies étaient incontestablement inoculables et virulentes, n'était-on pas autorisé, presque obligé, à supposer le même attribut, la même nature pour la tuberculose ?

Villemin aborda le problème par la méthode expérimentale. Comme Claude Bernard, comme Pasteur, comme tous les savants qui, dans l'abandon où les laisse l'indifférence gouvernementale, s'acharnent sans moyens à un labeur qui contribuera à la gloire du pays, Villemin ne peut utiliser, — et il le regrette explicitement, — que des petits animaux de laboratoire : sur le lapin, sur le cobaye, sur le chien (il ne dispose ni de singes, ni de bovidés), il multiplie, il varie les expériences, jusqu'à ce que la vérité s'impose à ses yeux évidente, éblouissante : la tuberculose est inoculable. Et, sûr de son fait, il le publie : « Elle est inoculable de l'homme à certaines espèces animales, — écrit-il, — et des animaux à d'autres animaux de la même espèce et d'espèces différentes. Elle est inoculable, non seulement avec le produit de la lésion caractéristique, mais aussi avec la sécrétion bronchique et le sang, à la façon des maladies virulentes les mieux caractérisées » (2).

(1) VILLEMIN. *Etudes sur la tuberculose*. Paris, 1 vol. in-8° Baillière, 1868; page 156.

(2) VILLEMIN. *Etudes sur la tuberculose*, page 579.

Les objections ne tardèrent pas. Villemin n'eut pas de peine à renverser celle qui se réclamait de la soi-disant fréquence de la tuberculose spontanée du lapin, laquelle n'est que le résultat d'une confusion avec une maladie du lapin qui n'est en rien assimilable à la tuberculose.

D'autres contradicteurs arguèrent de l'insuccès de leurs propres tentatives ; c'est que, réplique justement Villemin, leurs expériences ne furent pas conduites dans les mêmes conditions, soit du fait de la matière inoculée, soit du fait du mode opératoire.

Enfin, quelques opposants prétendirent que d'autres substances étrangères à la tuberculose étaient capables de faire naître des tubercules. Mais ces substances, pour les uns, ce fut la matière de la pneumonie caséeuse ! « Il ne suffit pas, dit malicieusement Villemin, de changer le nom d'un produit pathologique pour en changer la nature ». Villemin était de ceux qui, identifiant le tubercule infiltré à la granulation tuberculeuse, s'étaient, avec la claire vision de la vérité, ralliés à la conception uniciste de « notre grand Laennec », comme il le proclame lui-même.

D'autres observateurs regardèrent comme tubercules d'expérience ces mêmes lésions que nous avons vues appartenir à une maladie différente du lapin.

Enfin, avec des produits inertes divers, quelques expérimentateurs provoquèrent dans les poumons des lésions locales, mécaniques, qui, en réalité, n'avaient aucun rapport avec les tubercules.

On voulut aussi soutenir que par son inoculation Villemin produisait une véritable greffe, représentant le développement local de la substance inoculée. Villemin n'eut pas de peine à réduire à néant cette critique de G. Colin, née d'une erreur d'interprétation des faits observés.

Et c'est à ce propos que Villemin énonce cette proposition vraiment géniale, où il semble prédire le miracle prochain de la révolution pastorienne : « L'inoculation du tubercule n'agit pas par la matière visible et palpable qui entre dans ce produit pathologique, mais en vertu d'un agent plus subtil qui s'y trouve contenu et qui échappe à nos sens » (1).

Robert Koch pouvait venir vingt ans plus tard : sa technique ne ferait que mûrir le fruit dès longtemps promis, et apporter une démonstration formelle en même temps qu'une réalité concrète à la prescience divinatrice de son grand devancier !

*
* *

Il ne nous est pas difficile aujourd'hui de mesurer le malaise qui obscurcit les esprits lors-

(1) VILLEMIN. *Etudes sur la tuberculose*, page 597.

que l'incertitude règne encore sur les facteurs étiologiques et pathogéniques d'une maladie : prêtons un moment notre attention au cancer. Ce mal est-il l'aboutissement de toute réaction inflammatoire d'organe, quelle que soit la cause, ou a-t-il une origine spécifique ? Est-il d'origine parasitaire ou dérive-t-il de malformations embryogéniques ? Les faits attribués à la contagion, ceux imputés à l'hérédité, ont-ils une

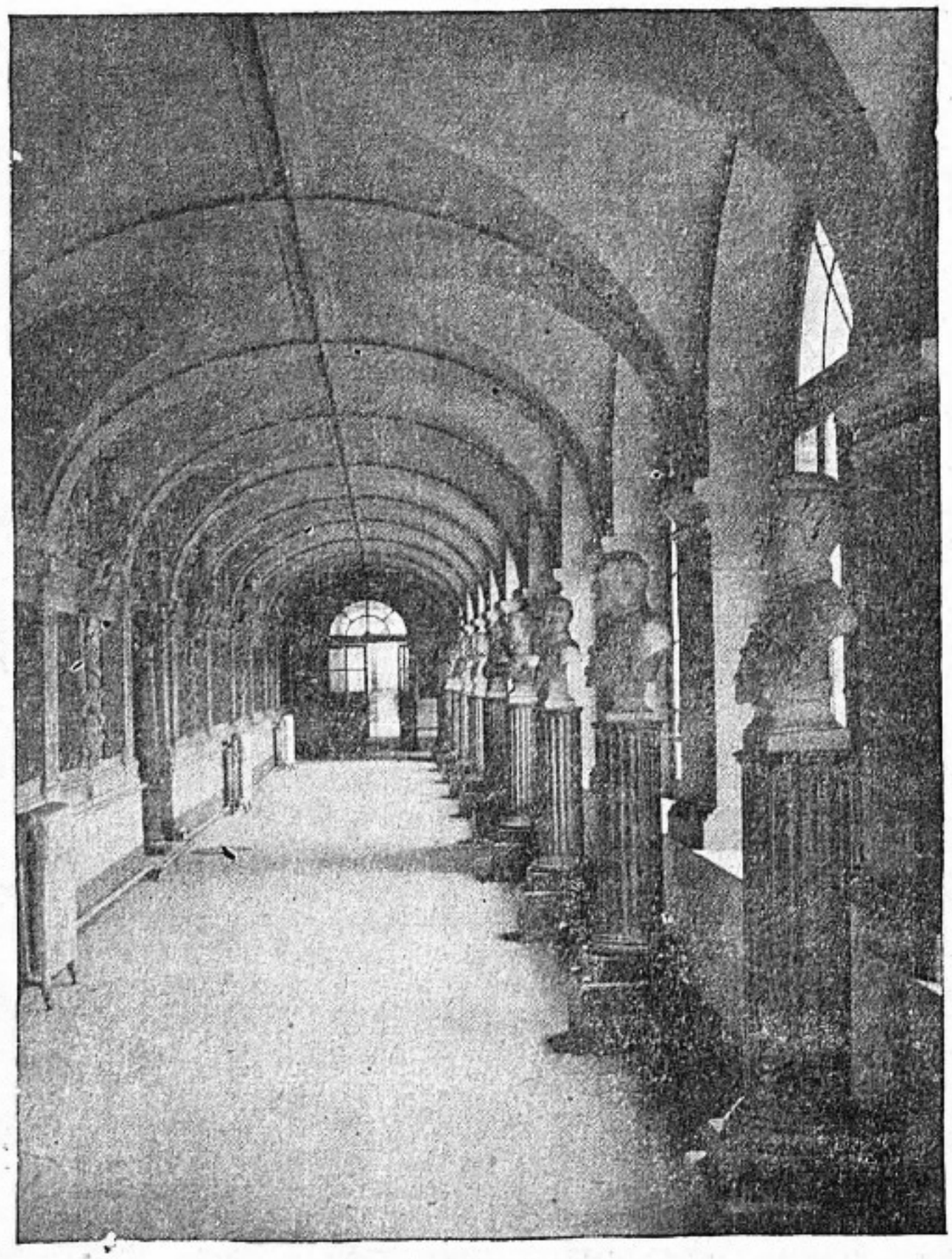


Fig. 322. — Galerie du cloître.

portée générale ? Quelles sont les limites de son inoculabilité, et toutes les lésions animales qui ont fourni des inoculations positives relèvent-elles bien de la même maladie que le cancer de l'homme ?

Autant de questions identiques à celles que posait la tuberculose avant Villemin, et qui, à défaut de preuve scientifique, restent, pour le cancer, encore sans réponse.

Ne croyons pas que ce grand esprit se contente de conduire rigoureusement une expérience et de noter scrupuleusement ses données. Il fortifia le fait expérimental de tous les faits d'observation qui le pouvaient corroborer, et il en tira toutes les déductions qui composaient l'apanage de sa découverte.

C'est ce dont on se convainc à la lecture de cet admirable ouvrage qui a nom « Etudes sur la tuberculose ». L'étendue des perspectives scientifiques qu'y déroule l'auteur, l'ampleur des développements de pathologie où il se complaît, l'élèvent bien au-dessus d'un expérimentateur heureux, et le placent au rang des plus grands médecins du XIXe siècle.

Villemin s'y avère comme le précurseur de cette nosographie étiologique dont se souciaient si peu ses contemporains, et que devait couronner par la suite l'œuvre pastorienne. « La lésion n'est qu'un des facteurs de la maladie, affirme-

t-il, et celle-ci ne peut être constituée avec cet unique élément. Un ganglion caséeux ne signifie rien en faveur d'une diathèse plutôt que d'une autre, si nous ne savons à quelle *cause* il doit son existence » (1). Et, plus loin : « les caractères étiologiques sont d'un ordre beaucoup plus important, en nosographie, que les caractères anatomiques. »

C'est là l'idée maîtresse, — une idée force, comme dirait le philosophe, — qui se répète tout au long du livre. Elle revêt une expression pittoresque dans cette saillie où Villemin enferme son mépris des systèmes *a priori*, lorsqu'il exécute, comme avec le tranchant d'un couperet, la comparaison de la scrofule avec la syphilis, édifiée aveuglément par Bazin : « Arrangée ainsi, la scrofule a pu marcher sur un pied d'égalité complète avec la syphilis, mais avec cette différence que nous pouvons tenir la cause de la syphilis sur la pointe d'une lancette et la donner à qui nous voulons. Cette différence est, malheureusement, toute la maladie » (2).

Plongeant son regard clairvoyant dans le groupe confus des conditions alors prêtées à l'étiologie de la tuberculose, Villemin a formulé des conclusions auxquelles il n'y a rien aujourd'hui à retrancher. Bien plus ! Nous y trouvons des observations que depuis on a eu le tort d'oublier quelque peu. Ne voit-on pas présentement trop de cliniciens revenir en arrière avec une sorte d'amour délibéré du passé, et doter d'un retour de fortune des idées périmées, que Villemin condamnait déjà sur des constatations irrécusables. C'est ainsi qu'il combat avec vigueur la théorie hippocratique admettant l'existence de terrains prédisposés, ainsi que d'un habitus extérieur spécial au tuberculisable. Il montre sans peine que c'est là prendre l'effet pour la cause ; que les attributs accordés au tempérament prédisposé ne sont que les effets déjà acquis d'une tuberculose encore latente ; que si la tuberculose atteint souvent des chétifs et des malingres, elle ne frappe pas moins les robustes et les résistants, et il en donne comme preuve la fréquence de la tuberculose dans le groupe sélectionné de population qu'est l'armée, et, notamment, parmi les corps d'élite dont le recrutement physique s'opère avec une rigueur toute particulière. « On ne peut s'empêcher, conclue Villemin, de reconnaître que la constitution joue un bien faible rôle dans la production de la tuberculose. Et, s'il faut, malgré cela, lui accorder quelque influence, est-on en droit d'y voir autre chose qu'un peu plus ou un peu moins d'aptitude à résister à la cause tuberculeuse ? Cette cause qu'il faut chercher, et de laquelle se soucient si peu ceux qui croient qu'il suffit d'être débile pour que la maladie la plus générale et la plus incurable éclate spontanément ou par une provocation banale qu'on rencontre cent fois chaque jour de la vie. (1) »

Cet appel au bon sens, avec quelques transpositions de termes, ne mérite-t-il pas d'être entendu aujourd'hui encore ?

Une autre opinion, communément répandue, et que controuvent les faits bien observés, attribue à l'alcool une influence puissante dans la genèse de la tuberculose. L'inanité de cette relation n'avait pas échappé à la perspicacité de Villemin ; au milieu d'autres arguments, il invoque plaisamment le cas des singes qui, sans jamais boire d'alcool, deviennent si fréquemment tuberculeux dans nos ménageries. C'est qu'ils y trouvent la condition essentielle de la tuberculisation, celle à laquelle Villemin attache l'importance capitale, et dont tous les phtisiologues ont depuis confirmé le rôle primordial, à savoir la densité des groupements.

On ne saurait trop admirer, à ce propos, la pénétration d'esprit de Villemin ; les pages qu'il a écrites sur le rôle des agglomérations humaines semblent illuminées de toutes les clartés qu'ont accumulées les observations ultérieures.

Ainsi encore, sous l'empire des idées courantes alors, qui rattachaient le développement de la tuberculose à l'action locale et banale de tous les produits irritants, les médecins réservaient aux poussières et aux professions à poussières, une large place parmi les facteurs de la tuberculose. Et l'on n'oserait prétendre que cette illusion ait aujourd'hui disparu de tous les esprits ! Villemin s'élève avec force contre cette erreur. Un raisonnement serré, l'analyse rigoureuse des faits, l'interprétation sagace des statistiques alléguées, lui permettent de ruiner cette théorie, de récuser l'action nocive de ces poussières irritantes, et de prouver le caractère fallacieux des imputations étiologiques d'ordre professionnel basées sur la méthode numérique. Mais il soutient, — et avec quelle justesse ! — que les métiers de plein air exposent moins à la tuberculose que les carrières où, sédentaires et enfermés, les hommes vivent rassemblés dans une promiscuité propice à toutes les contagions.

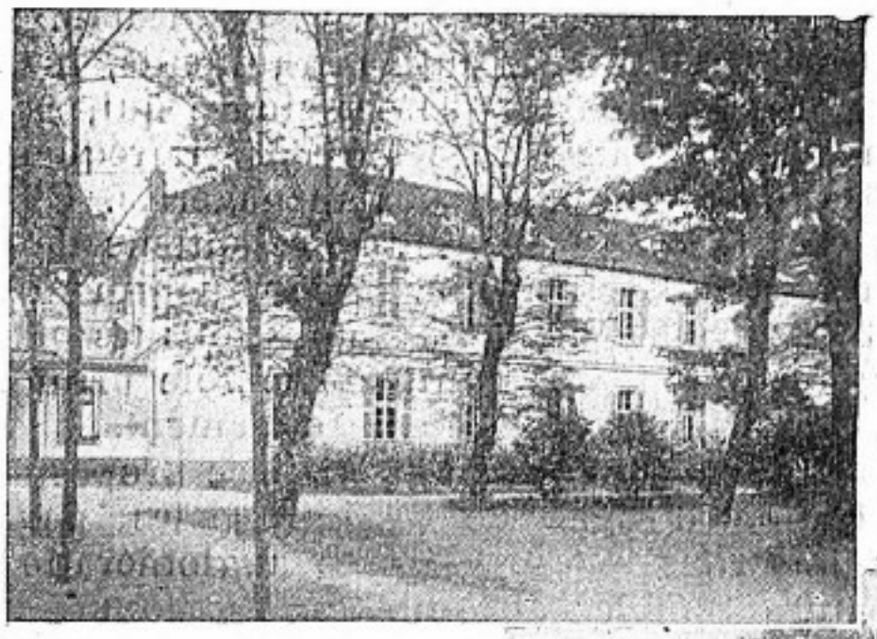
Ecoutons ce lumineux résumé de sa conviction, véritable anticipation sur tout ce qui a été reconnu et établi depuis à l'égard du rôle étiologique de la densité des agglomérations humaines ainsi que des conditions de l'habitation :

« Nous voyons que la phtisie se montre avec une fréquence relative très grande chez les individus agglomérés dans les habitations. Il y a donc dans cette circonstance un fait commun à la tuberculose et aux maladies spéci-

(1) VILLEMIN. *Etudes sur la tuberculose*, page 197.
(2) VILLEMIN. *Etudes sur la tuberculose*, page 235.

(1) VILLEMIN. *Etudes sur la tuberculose*, page 302.

fiques et transmissibles qui trouvent dans la cohabitation et le confinement, les conditions les plus favorables à leur développement et à leur extension. Que si l'on invoquait dans l'espèce des raisons tirées de la nourriture, du genre de vie, des travaux particuliers, etc., nous répondrions que ces allégations ne peuvent évidemment pas s'appliquer aux différentes catégories de réunions humaines que nous avons rappelées. Les prisonniers, les ouvriers de fabriques, les séminaristes, les religieux, les



soldats, etc., tous éprouvés actuellement par la phtisie, n'ont évidemment de commun entre eux que la conformité plus ou moins grande de l'habitation, et c'est cette circonstance seule qui doit dès lors être invoqués comme cause de la fréquence de la tuberculose (1). »

Ces idées si novatrices, Villemin les accompagne de commentaires tirés de l'étude géographique de la tuberculose à travers l'univers. On sait comme cette enquête géographique a été poussée loin par quelques auteurs contemporains : en fait, on trouve dans les pages que Villemin lui a consacrées presque toutes nos conclusions actuelles. Le Maître insiste sur l'extrême diffusion de la maladie, et définit nettement le caractère de fléau social qu'elle en reçoit. Il note expressément que la maladie sévit sous toutes les latitudes, sous tous les climats, n'épargnant aucune race : une seule condition est susceptible d'en préserver un groupe de population, c'est lorsque celui-ci n'a pas encore donné accès à un tuberculeux, les peuplades sauvages ou nomades, leur atteinte suit la pénétration de la civilisation ou les transformations sociales déterminant la sédentarité et la concentration ; fait d'une portée décisive qui n'échappe pas à Villemin ! Bien plus, il remarque, comme on l'a répété si souvent depuis, que la même corrélation s'observe chez les vaches, suivant les conditions de leur existence et de leur stabulation, ainsi que l'on voit chez les chevaux, pour ce qui concerne la morve.

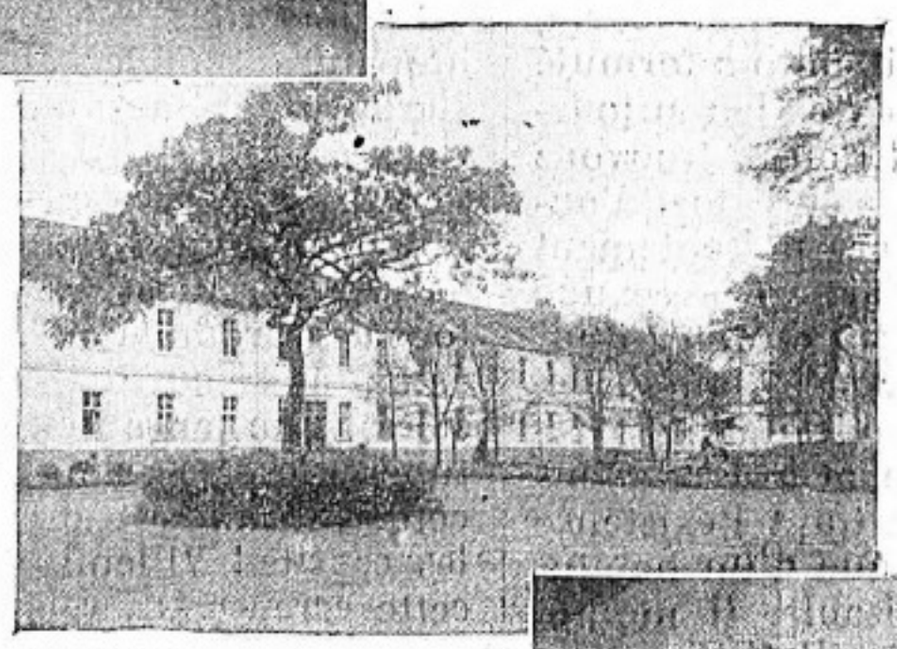
Mais où vraiment éclate la prescience de cet homme de génie, c'est dans cette proposition où l'on s'étonne de trouver en germe toute notre conception moderne de l'immunité tuberculeuse : « n'y aurait-il pas encore un rapprochement à établir entre la tuberculose et les maladies spécifiques touchant cette particularité : que ces affections sont d'autant plus malignes qu'elles s'attaquent à des populations vierges de leurs atteintes ? (1). »

Ainsi donc, tout conduisait Villemin à reconnaître la contagion comme facteur exclusif de la tuberculose, et l'on comprend son enthousiasme lorsque la démonstration expérimentale de l'inoculabilité de la maladie lui apporte la preuve qu'il tenait la vérité.

Restait le redoutable problème de l'hérédité : à ce facteur, qui semblait alors si prépondérant, quelle part restait-il dans l'étiologie de la tuberculose,

Villemin n'hésite pas à répondre : part nulle ; et là encore il se comporte en véritable précurseur.

En effet, non seulement il nie la transmissibilité héréditaire de la *cause* vraie de la tuberculose, comme elle existe dans la syphilis ;



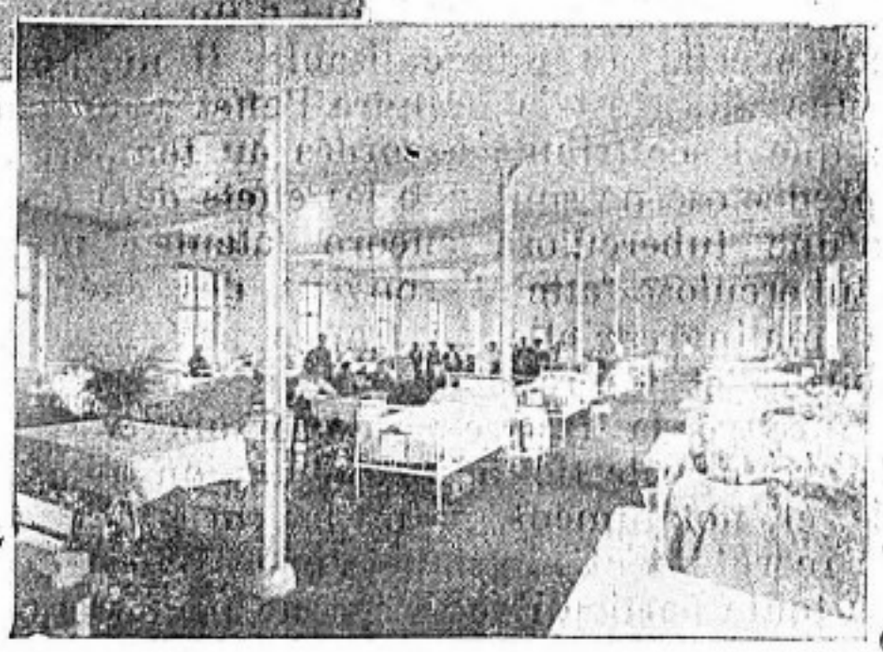


Fig. 323.— Divers services du Val-de-Grâce.

mais encore il s'insurge contre l'hypothèse d'une aptitude héréditaire à contracter la tuberculose. Comme nous dirions aujourd'hui, il refuse toute valeur aussi bien à l'hérédité de graine qu'à l'hérédité de terrain.

Il y a plus, sur deux points il rejoint encore

(1) Villemin. *Etudes sur la tuberculose*, page 382.

(1) Villemin. *Etudes sur la tuberculose*, page 394.

les controverses qui nous paraissent le plus d'actualité : c'est ainsi que par une discussion serrée des assertions appuyées sur la méthode numérique, il aboutit, comme tels satisticiens de l'heure présente, à ce paradoxe plein de sens négatif, que l'on peut aussi bien interpréter l'influence héréditaire du terrain comme un facteur de résistance que comme un facteur de prédisposition.

Autre vue, non moins perçante et d'aujourd'hui : si certaines familles semblent singulièrement frappées, parfois totalement frappées, ce n'est pas en vertu d'une aptitude particulière du terrain, mais bien en conséquence d'une contagion familiale par cohabitation.

Ces déclarations, aussi nettes que hardies, Villemin les appuie non seulement sur de robustes inductions, mais encore sur les faits si nombreux qu'il soumet à son jugement sûr et droit.

Ainsi s'érigeait, charpentée solidement sur l'observation et l'expérience, la doctrine féconde de la contagiosité de la tuberculose, dont Villemin discernait toutes les conséquences heureuses pour l'humanité. Nulle part, sans doute, n'a été étalé avec plus de précision le contraste entre l'attitude nécessairement résignée des tenants de la constitution héréditaire et la puissance combative des partisans de la contagiosité, que dans ces quelques lignes où Villemin puise toute la sève, embrasse toute la philosophie de sa découverte : « Il importe sans doute, de savoir jusqu'à quel point je suis exposé à devenir phtisique par le fait de mon aptitude morbide, mais ce qui m'importe bien plus, c'est de connaître le danger que je dois fuir pour échapper au fléau. A ma prédisposition originelle, je n'ai rien à opposer, tandis que je puis éviter la cause tuberculeuse si je la connais. En face d'une maladie fatalement mortelle comme la phtisie, le principal espoir repose sur la prophylaxie, et celle-ci reste sans emploi de ses armes, si elle ne connaît pas l'ennemi qu'elle doit combattre (1). »

La prophylaxie ! Pouvoir secret et fulgurant de l'étincelle du génie ! Nourri de tous les fruits de sa méditation judicieuse, ayant approfondi tant d'observations accumulées, possédant enfin la preuve expérimentale, Villemin déchire les voiles de l'avenir. C'est de la prophylaxie qu'il attend le triomphe sur le mal qui ravage le monde. La prophylaxie, il entend qu'elle soit dirigée vers l'habitation et vers la composition des groupements humains. Mais ajoutons que sa conviction de l'influence capitale de la contagion familiale prépare les voies au principe de sauvegarde, que formulera trente ans plus tard Grancher. Enfin, il n'est pas jusqu'à la possibilité d'une vaccination spécifique qu'annonce Villemin dans cette phrase prophétique : « Nous neutralisons la variole par le vaccin, en donnant une immunité artificielle contre le virus variolique ; est-il défendu d'espérer que le virus tuberculeux trouve un jour sa substance antagonique ? (1). »

La médecine française peut être fière, en ce jour, de saluer, sous le patronage posthume du grand Villemin, les espérances illimitées que font naître les travaux de notre cher Calmette.

***

Telle fut l'œuvre grandiose, impérissable de Villemin. Certes, nous serions tentés de montrer les autres aspects de son génie ; mais j'ai déjà abusé de mon auditoire ; mon excuse est que j'estime sa patience à la mesure du sujet et non de l'orateur.

Comment, toutefois, ne pas indiquer, ne serait-ce que d'un mot, le sens critique du clinicien, lorsque Villemin réfute le rôle du froid et des affections pulmonaires locales dans la provocation de la tuberculose ; lorsqu'il analyse le diagnostic différentiel de la fièvre typhoïde et de la tuberculose aiguë, pressentant l'existence de l'entité clinique que Landouzy devait décrire plus tard sous le nom de typhobacillose ; lorsqu'il dessine la physionomie des tuberculoses latentes et recherche les moyens de les reconnaître ; lorsqu'il redresse l'erreur commise par tant de classiques au sujet des relations de l'hémoptysie et de tuberculose ?

Comment ne pas mentionner en passant la valeur de l'anatomo-pathologiste, lorsqu'on connaît ses travaux sur la structure du poumon normal et malade, la position qu'il prend à l'égard de la structure de la lésion tuberculeuse et de l'unicité de la maladie, ses constatations sur l'étendue des lésions dues à la *cause* tuberculeuse, et même sur leur nature ; car, présageant nos idées sur les lésions non folliculaires, il n'hésite pas à mettre au compte de cette cause la dégénérescence graisseuse du foie des phtisiques ?

Comment ne pas nous arrêter un instant sur la profondeur de pensée du pathologiste, lorsque nous lisons ses réflexions sur les maladies zymotiques; assimilant aux ferments vivants les virus qui les provoquent, revendiquant déjà pour ces maladies, dont la transmissibilité par contagion est le caractère essentiel. l'action de ces germes que Pasteur commence à étudier, que Davaine a trouvés dans le charbon ?

Les développements que Villemin consacre à la notion de spécificité dans ses relations avec la lésion d'une part, avec la cause d'autre part, ne sont pas moins solides que les considéra-

(1) VILLEMIN. *Etudes sur la tuberculose*, page 277.

(1) VILLEMIN. *Etudes sur la tuberculose*, page 631.

tions de pathologie générale qu'il expose à propos de la spontanéité morbide ou de la conception des diathèses ; ils ne sont pas moins suggestifs que les présomptions qu'il énonce sur la nature parasitaire des virus.

Comment ne pas pardonner à Villemin qu'il se soit aussi laissé entraîner à cette tendance philosophique qui marque les vrais grands esprits, mais qui les porte par aventure à dépasser les faits, assujettissant ceux-ci au cadre des idées que leur a façonnées leur vaste et fertile intelligence des choses ?

Il y a aussi une métaphysique de la médecine : évitons d'y verser. C'est ici encore une haute leçon que nous donne Villemin, dont toute la gloire irradie d'une expérience réussie sur le lapin, alors qu'il ne reste que fumée des quelques pages dogmatiques où il a cru, au début de son livre, trouver l'état inductif de sa découverte. Confinons-nous dans le domaine des faits ; limitons la Science à son exploitation ; et s'il est licite d'émettre des hypothèses qui, dans le cerveau d'un Villemin, prennent figure d'oracles, refusons-nous aux charmes captieux de la pensée affranchie des disciplines scientifiques, car alors aux plus grands, l'erreur et l'illusion ne sont pas épargnées.

Armés de tels principes, nous pouvons avancer sur la voie qu'ont éclairée chez nous Laennec et Villemin ; et, avec le grand savant qui a illustré cette grande Maison, redisons : « Gardons-nous de renfermer dans le cercle limité des connaissances de notre temps, la science infinie, dont l'intelligence humaine n'épuisera jamais les trésors. »

Professeur Léon Bernard,
Membre de l'Académie de Médecine.

LE PRÉTENDU FOUR CRÉMATOIRE DE GLOZEL

J'ai publié ici même (*Revue scientifique* du 13 novembre 1926), un article relatif aux fouilles faites à Glozel (Allier), article dans lequel, je disais que la fosse ovalaire qui avait été considérée à tort comme une sépulture, était en réalité, non pas un four à fondre le verre, mais un four à fritter, annexe ordinaire, dans les anciennes verreries, du four à fondre. Sa forme, ses dimensions, son architecture, si particulière et bien connue, excluaient toute hypothèse d'ordre funéraire.

Le Dr Morlet, qui avait émis l'idée d'une sépulture, n'a pas partagé mon opinion et a fait remarquer, notamment, que les dalles en briques qui formaient le fond de la fosse étaient serties avec de l'argile *non durcie* au feu. Cette expression signifie-t-elle que l'argile n'a pas été soumise à l'action du feu ? Je le pense. Mais alors, puisque les dalles reposent sur un lit d'argile cuite et que les parois de la fosse sont légèrement vitrifiées, il en faut conclure que *le dallage est postérieur* à la dernière cuisson opérée dans le four : c'est ce que je crois comprendre dans les déclarations de M. Morlet.

Le Dr Morlet fait observer également que si la fosse avait été utilisée à fondre le verre, les empreintes digitales qui sont imprimées sur les briques auraient disparu.

Je n'ai jamais dit, ni même laissé supposer que le verre était fondu dans ce four qui n'a pu servir qu'à *fritter en creuset* les matières premières. Or, fritter n'est pas fondre. J'ai expliqué dans mon premier article ce qu'était le frittage, simple calcination : je n'y reviendrai pas.

En ce qui concerne les empreintes digitales, celles-ci n'auraient pu disparaître qu'en cas de fusion complète de la brique, ou bien si elles avaient été recouvertes par des matières en fusion. A cette époque les fours à bassin n'étaient pas encore connus ; ils sont d'invention moderne.

Le véritable four à fondre était, *comme je l'ai bien spécifié*, et M. Morlet paraît être de cet avis, le four rond, situé à proximité du four ovale. Ce four à fondre devait supporter une température minima de 1200°, tandis que le four à fritter n'était pas chauffé au-delà de 700 à 800°, température peu élevée.

Lorsque j'ai démontré que nous nous trouvions en présence d'un atelier de verrier, j'ignorais que Glozel devait devenir une nécropole, désignée plus tard sous le titre impressionnant de *Champ des Morts*, et, que le caractère funéraire de la fosse dut être conservé. Par la suite, on découvrit, dans le champ, des vases contenant de la cendre d'os qui fut considérée comme provenant d'os humains, ce que l'analyse est impuissante à révéler. Puis, ce furent des tombes (deux, je crois) qui avaient exactement la même forme que le four à fritter ! L'authenticité en est du reste discutée, mais une Commission examinant actuellement la question, je me borne à enregistrer les faits.

Je ferai seulement remarquer que si on trouve des vases renfermant de la cendre d'os humains, il y avait incinération des morts et non pas inhumation, il n'y avait donc pas besoin de fosses, mais plutôt de tumuli, de cistes ou de dolmens, suivant les rites funéraires en usage aux époques protohistoriques.

Il y aurait donc eu incinération des morts.

Où serait le four crématoire ?

M. Depéret, l'éminent paléontologue de la Faculté des Sciences de Lyon, a tranché la question d'une façon fort simple dans une commu-

nication faite le 31 octobre 1927, à l'Académie des Sciences. Il s'exprime ainsi :

« ...J'en conclus à l'usage, au moins partiel, de la *crémation des cadavres*,' hypothèse que justifie la rareté des ossements humains dans les tombes et, je crois aussi, la fosse ovalaire aux parois légèrement vitrifiées que l'on a prise à tort pour un four de verrier. »

M. Depéret me permettra de ne pas partager son avis, jusqu'au jour où il apportera une *preuve réelle* à son hypothèse qui, telle qu'il la présente, apparaît comme passablement fantaisiste.

Contrairement à son assertion, ce n'est pas à tort que j'ai dit que la fosse ovalaire était, non pas un *four de verrier*, terme vague, imprécis qui donne l'idée de fusion de verre, mais un *four à fritter*, ce qui n'est pas du tout la même chose : je l'ai dit en me basant sur la réalité des faits et en considérant comme exactes les descriptions du Dr Morlet.

J'ai dit que le frittage s'opérait à 700-800°. Or, depuis quatre ans, au cours de mes recherches sur les transformations que peuvent subir les os, dans le sol (1), dans l'eau ou sous l'action de la chaleur, j'ai procédé à de nombreuses incinérations : une température de 800-900° est particulièrement convenable ; à 1000°, il faut opérer aussi rapidement que possible (2 à 3 heures) pour éviter la vitrification. Lorsque celle-ci est complètement effectuée (au-dessus de 1000°) l'os peut résister un temps considérable aux agents du sol, et peut-être indéfiniment lorsqu'il a été complètement liquéfié, en formant un véritable verre.

J'ai reconnu que *la pulvérisation de l'os sous l'action du feu n'est pas seulement fonction de la température, mais aussi du temps d'incinération.*

Le Dr Morlet a dit que le four ne pouvait être un four à fritter, parce que l'argile du fond, sertissant les dalles, n'était pas durcie par le feu.

Si nous acceptons cette manière de voir, l'hypothèse de M. Depéret se trouve détruite par cette assertion, mieux que je ne saurais le faire moi-même.

L'incinération est, du reste, un rite funéraire qui appartient à la *civilisation du métal*, mais qui, dans certains pays, a pu apparaître à la fin du Néolithique lorsque commencèrent à se faire sentir les premières influences de la nouvelle civilisation.

On ne peut vraiment concevoir un four à incinérer construit comme le four à fritter de Glozel, d'autant plus que les incinérations se sont pratiquées à l'air libre jusqu'à une époque relativement récente.

(1) L. Franchet. — Sur la dissolution des os et des dents dans les sépultures préhistoriques. (*Rev. anthropol.*, 35e année, janvier 1925).

***

Une autre offensive contre le four à fritter vient d'être effectuée par M. et Mme Massoul, dans le *Mercure* du 1er novembre. Analysons rapidement cette note, d'autant plus que nous allons, bien entendu, voir revenir l'hypothèse de la fosse à incinération, émise par M. Depéret à l'Académie des Sciences, le 31 octobre (1).

M. et Mme Massoul n'admettent pas l'hypothèse d'un four de verrier parce qu'on n'y a pas trouvé d'instruments en métal, usités dans l'industrie du verre.

Tout d'abord, je ferais remarquer que le four a été le premier vestige trouvé à Glozel par un jeune paysan ignorant tout de l'archéologie et de la pratique d'une fouille ; en second lieu que de nombreuses personnes ont, à la suite de cette trouvaille, fouillé dans et autour de la fosse, et cela à tort et à travers.

S'il n'y avait réellement aucun outil, il n'y a rien là que de très normal, les ouvriers ont fort vraisemblablement emporté les leurs, lorsque la verrerie a été abandonnée. Ils n'agiraient pas autrement aujourd'hui.

Enfin, je rappellerai que dans la plupart des stations archéologiques (Ages du Cuivre, du Bronze, du Fer), on ne trouve pas de métaux, particulièrement du fer, celui-ci ayant été détruit par l'oxydation.

Mais la plupart du temps les outils ont dû être emportés par leurs propriétaires.

En dehors de la question du métal, M. et Mme Massoul signalent que : 1° le creuset est transformé en grès cérame ; 2° si le fond contient un culot de verre, ses parois *intérieures* ne présentent aucune coulée de verre ; 3° que *l'extérieur* du creuset, qui devrait être couvert de scories ou de laitiers plus ou moins vitrifiés, en raison de son contact permanent avec le combustible, est, au contraire, absolument net ; 4° qu'il est inexplicable que le four ne soit recouvert d'aucun enduit vitrifié.

Examinons donc ces objections.

1° Le creuset est en « grès cérame » comme le sont *tous* les creusets de verrerie, depuis une époque très reculée, sinon depuis l'invention du verre, et cela pour une bonne raison, c'est que

(1) Il ne s'agit point ici de répondre aux objections de M. et Mme Massoul par des explications quelconques, mais par des explications basées sur l'expérience. Pendant les douze années que se sont poursuivies mes recherches sur les matières vitrifiées : composition, fusion, influence de l'atmosphère des fours, etc., j'ai opéré sur plus de 250.000 kilogrammes de matières : j'ai fondu, d'une seule fonte, des masses variant de 1 kg. à 2.000 kg., soit en creuset, soit dans des fours à bassin, au bois, à la houille, au gaz et à l'électricité. Ces recherches considérables m'ont permis de faire de très intéressantes observations, tant en matière de technique ancienne, qu'en matière de technique moderne.

si le creuset n'était pas fait d'une pâte qui commence à subir une vitrification un peu au-dessous du point de fusion du verre, celui-ci, lorsqu'il est complètement liquéfié, et surtout lors de l'affinage, attaquerait très rapidement le creuset, en pénétrant dans les pores de la pâte et passerait à travers les parois. L'écoulement du verre dans le four est peut-être le plus grand désastre qui puisse arriver à un verrier, car il nécessite souvent la reconstitution partielle, voire même totale dudit four.

J'ajouterai un mot en ce qui concerne la forme incurvée du creuset de Glozel. Cette forme est typique de celle des creusets qui existaient à l'époque romaine, et sans doute bien antérieurement, et qu'on retrouve, mais de dimensions beaucoup plus grandes, jusqu'à l'époque moderne.

2° Le fond du creuset contient un culot de verre et les parois *intérieures* ne présentent aucune trace de coulées de verre.

N'ayant pas vu le creuset, il est difficile de formuler une opinion, toutefois il est possible que ce soit un creuset ayant subi l'opération préalable de l'enverrage.

3° Le creuset ne présente à l'extérieur aucune trace de scories ou laitiers.

J'ai eu entre les mains de nombreux débris de creusets anciens et je n'ai jamais observé de scories sur leurs parois, s'il s'en rencontre cela ne peut être qu'accidentel, puisque les cendres provenant de la combustion ne sont pas en contact avec le creuset, et, d'autre part, dans un four à fritter surtout, ne sont pas, heureusement pour le verrier, à l'état de fusion. N'oublions pas qu'à Glozel, on cuisait au bois.

Je fais remarquer, en outre, que dans un four à fritter, il n'y aura pas plus de scories sur les creusets qu'il y en a (à température égale) sur les parois des poteries cuites en *charge* où la poterie est cuite, en contact direct avec le combustible, technique très primitive, encore en usage dans certaines de nos campagnes et dans de nombreux pays.

On ne verra pas non plus, chez un verrier sachant travailler, sauf en cas d'accident, des coulées de verre à l'extérieur du creuset, car celui-ci n'est jamais rempli jusqu'en haut, d'abord parce que le maclage serait impossible, lors de l'affinage, ensuite parce que si le verre débordait du creuset, il détruirait rapidement la sole du four.

4° Le four n'est pas recouvert d'un enduit vitrifié (les auteurs veulent sans doute parler de la sole).

Il ne peut en être autrement puisque c'est un four à fritter. Dans un four à fondre, surtout s'il a déjà un certain usage, la sole est généralement recouverte d'un enduit de verre provenant surtout de la rupture des creusets ou de leur perforation fréquente sous l'influence des alcalis qui entrent dans la composition du verre. En outre, aux premiers âges de la verrerie, surtout, les soudes employées n'étaient pas exemptes de chlorure de sodium, dont les vapeurs se combinant avec la silice des matériaux utilisés dans la construction du four, formaient un verre sur les parois.

Dans le *Correspondant* du 10 novembre, M. Audollent, Professeur de littérature latine à la Faculté des Lettres de Clermont-Ferrand, parlant de cet enduit vitrifié qui recouvre les parois du four à fritter s'exprime ainsi :

« Les briques utilisées dans les murs et la terre glaise de liaison étant cuites sur place, les éléments silicieux de l'argile, qui pouvaient en outre contenir des sels de potasse, auront suffi, sous l'action du feu, à déterminer par fusion un revêtement de verre ».

Eléments siliceux de l'argile. Terme vague sur lequel, dans le cas présent, on ne peut discuter. Il eût été plus logique de parler des propriétés de la silice aux hautes températures, et de ses transformations, bien qu'ici il n'y ait pas lieu, je crois, d'en tenir compte.

Quant à la potasse (et à la soude), sa teneur, ou plutôt leur teneur, dans les argiles employées dans la construction des fours de verrerie, dépasse rarement 2 o/o, teneur tout-à-fait insuffisante pour déterminer la vitrification de la brique. Si, du reste, les argiles sont trop fusibles, on les rend plus réfractaires par addition de quartz ou de sable siliceux. Les verriers de l'antiquité travaillaient empiriquement, mais savaient fort bien, grâce à une longue suite d'observations, préparer les terres qui convenaient à leur matériel industriel. Ils savaient bien éviter l'emploi des argiles trop ferrugineuses, dans lesquelles l'addition de silice eût été inutile, car la silice et le peroxyde de fer se combinent avec une extrême facilité pour donner un silicate de fer fusible.

Nous arrivons maintenant à l'hypothèse d'un four à incinération émise par M. et Mme Massoul et qui vient à point pour appuyer celle de M. Depéret. Les auteurs s'expriment ainsi :

« La forme de la fosse étant celle d'une sépulture n'aurions-nous pas là une fosse à incinérations ? A ce sujet, il serait intéressant d'analyser chimiquement les gouttes de matières vitrifiées recueillies en cet endroit ; leur coloration blanchâtre et leur opacité sont peut-être dues à la présence de phosphate de chaux provenant de la calcination des os ».

Je rappellerai tout d'abord, que jamais une sépulture préhistorique n'a eu la forme ovalaire de la fosse de Glozel.

Quant aux gouttes de matières vitrifiées, blanchâtres et opaques, bien que ne les ayant pas vues, je ne crois pas me tromper en affirmant qu'elles ont été opacifiées avec du phosphate de chaux.

En effet, à partir, et surtout pendant l'époque romaine, le verre opaque, blanc, était de fabrication courante. Les opacifiants utilisés aujourd'hui, oxyde d'étain, acide arsenieux, spath fluor, etc.., n'étaient pas encore en usage ; on employait le phosphate de chaux, obtenu des os d'animaux. Suivant la teneur en phosphate, on obtenait, un verre complètement opaque, ou un verre opalescent imitant fort bien, parfois, l'opale avec ses irisations chatoyantes (1).

Les os considérés comme les meilleurs étaient, en premier lieu, la corne de cerf (les cerfs pullulaient alors dans les forêts), puis, les os de mouton.

Les os longs étaient préférés aux os plats qui donnent souvent un phosphate moins blanc.

Par conséquent, si dans le verre opaque de Glozel, on trouve du phosphate de chaux, cela ne signifie point qu'il a été opacifié avec de la cendre d'os humains provenant du soi-disant four à incinération.

C'est évidemment la présence de ce verre opaque qui a fait supposer à M. Espérandieu qu'il pouvait y avoir de l'opale à Glozel. Voici, en effet, ce que le savant académicien m'écrivait le 20 novembre 1926, après la publication de mon article :

« ...Je suis de ceux qui croient au Néolithique, mais je suis aussi d'accord avec vous pour ce qui regarde la fabrication du verre.

« Seulement... on n'a pas trouvé de verre à Glozel. Ce qu'on a pris pour du verre est tout autre chose : j'y suis allé ; j'ai vu ; j'ai même sur ma table quelques menus fragments de ce pseudo-verre : c'est une matière organique et rien de plus.

« Les larmes bataviques sont de la pierre, *peut-être de l'opale* (?).

« Je crois, qu'il serait sage, avant de disserter sur Glozel, de se mettre pleinement d'accord sur les résultats des fouilles. Une analyse de la matière organique ou minérale, prise pour du verre est indispensable. »

Je n'ai point répondu à M. Espérandieu, et je m'en excuse, mais, j'attendais, pour pouvoir le faire, le résultat des analyses qui devaient être faites.

Depuis une année, je me demande comment du verre peut être confondu avec une matière organique, et surtout comment une vérification qui demande au plus 30 secondes n'ait pas encore été faite. En effet, le doute paraît subsister, puisque dans leur Note, M. et Mme Massoul, n'écrivent pas le mot *verre*, sans le faire suivre d'un signe dubitatif : verre (?). En trente secondes nous étions fixés.

En ce qui concerne l'opale, je n'y ai pas attaché une grande importance, car il était de toute évidence qu'il s'agissait d'un verre opalescent. Pour distinguer le verre de l'opale, cinq minutes suffisent : le verre est anhydre, l'opale est hydratée. La vérification est facile.

Je regrette que M. Espérandieu ne m'ait pas montré les échantillons qu'il avait sur sa table ; je me serais efforcé de faire cesser l'incertitude qui plane sur cette question si simple à résoudre.

Il est bien certain qu'il y a du verre à Glozel, puisque j'en ai eu entre les mains, qu'il n'y a pas d'opale, mais un verre opacifié par le phosphate de chaux tiré des os des animaux, ce qui est moins tragique que le verre à la cendre de mort !

Je n'ai point écrit cet article avec le vain espoir de convaincre les protagonistes du four à incinérations, que cet intéressant accessoire du fameux Champ des Morts, n'aurait pas dû sortir du domaine des rêveries, infiniment vaste, à Glozel.

NOTA. — Dans mon article du 13 novembre 1926, parlant de l'aiguisoir trouvé à Glozel, j'ai oublié de spécifier que le trou de suspension, bi-conique ne pouvait servir d'élément chronologique parce que ce mode de perforation, le premier imaginé par l'homme, dès les temps paléolithiques, s'était continué à travers les âges et qu'il est encore en usage aujourd'hui, même chez des peuples très civilisés, (dans l'Inde, par exemple).

C'est donc l'aiguisoir même qui seul est intéressant au point de vue chronologique et nullement le trou. Cet oubli, assez insignifiant du reste, a cependant pris les allures d'une catastrophe.

Au sujet de la chronologie glozélienne, les archéologues ont dit qu'ils n'avaient pas rencontré de poteries rouges lustrées et que, par conséquent, le gisement ne pouvait être romain.

Or, j'ai relevé (et décrit) dans la céramique gallo-romaine fabriquée en Gaule, 17 types différents, correspondant à des techniques particulières qui ne peuvent être différenciées avec des hypothèses.

Il est impossible de dire qu'il n'y a pas de poterie romaine à Glozel sans en avoir fait une étude exclusivement technique. Il ne faut pas oublier que la céramique lustrée rouge ne constitue qu'une infime partie de la fabrication romaine. Elle ne représente qu'une céramique de luxe et ne peut, par conséquent, se rencontrer à Glozel où le mobilier est toujours très pauvre.

L. FRANCHET.

(1) Les fameux vases murrhins si célèbres dans l'antiquité, et sur lesquels on a écrit tant d'absurdités, n'étaient pas obtenus autrement. Leur prix atteignait parfois une somme fabuleuse. Néron paya le sien, d'une contenance d'environ un demi-litre, près d'un million de notre monnaie ! Il est vrai que Néron était le Père de la Patrie.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Octobre 1927). — *Théorie des fonctions.* 1. M. *Stefan Kempisty* observe que l'intégrale asymptotique est équivalente à l'intégrale (A) de M. Denjoy et il en profite pour montrer que l'extension de l'intégrale (A) est la même que celle de l'intégrale de Lebesgue.

2. M. *Georges Alexits* montre qu'il existe des fonctions continues dont les séries de Fourier divergent sur des ensembles de mesures positives.

3. Complétant ses récentes recherches, M. *N. Podtiaguine* énonce divers résultats sur les fonctions croissantes régulières du second ordre et sur leurs indices de régularité.

4 et 5. M. *W. Sierpinski* énonce toute une suite de propositions sur les ensembles projectifs (ensembles qu'on peut former par projection d'un espace S_m sur un S_{m-1}, prise du complément relativement à S_m, multiplication par des ensembles fermés, ...). M. *N. Lusin* insiste sur le côté négatif de la définition du complémentaire.

Analyse. 1. Pour que $\log u(x)$ soit convexe en x $(u>0)$, il faut et il suffit que u^m le soit pour une infinité de valeurs de m tendant vers 0, ou que $e^{\alpha x}u(x)$ le soit quel que soit α. Après avoir énoncé ces théorèmes, M. *Paul Montel* en indique d'analogues relatifs aux fonctions de deux variables et il étudie les rapports de ces fonctions avec les fonctions harmoniques

2. Généralisant la notion du prépotentiel plan, M. *Pierre Humbert* forme l'équation aux dérivées partielles du prépotentiel sphérique et en indique diverses solutions remarquables.

3. La représentation conforme sur l'intérieur d'un cercle d'une surface de Riemann ayant une infinité de points critiques logarithmiques intérieurs à une circonférence et convergeant en spirale vers cette circonférence fournit à M. *W. Goloubeff* l'exemple d'une fonction automorphe bornée dont il étudie la représentation analytique et dont il signale diverses propriétés intéressantes.

4. M. *E. Lainé* recherche les équations $s = p\,f(x, y, z, q)$ qui sont de la première classe ; il en signale des exemples remarquables qui avaient échappé à de récentes énumérations sur cette question.

5. Reprenant un problème traité d'abord par Hamburger, puis par M. Pfeiffer, M. *E. Goursat* indique une méthode simple qui permet de retrouver rapidement les résultats de Hamburger. De plus, la méthode introduit un système d'équations aux différentielles totales dont l'intégration fournit précisément l'intégrale de l'équation de Hamburger.

6. Récemment M. Mandelbrojt a trouvé une nouvelle classe de séries de Taylor admettant leur cercle de convergence pour coupure. MM. *Widder* et *Gergen* montrent, notamment, que la condition $\lim_{n=\infty} a\,\lambda_n = a \neq 0$, imposée par M. Mandelbrojt aux coefficients de ses séries, peut être remplacée par celle-ci, plus générale : les a sont dans le même quadrant.

7. M. *Georges Valiron* étudie les expressions $\sqrt[n]{|a_n|}$ et $\frac{1}{n}\sum_{1}^{n}\sqrt[p]{|a_p|}$ formées à l'aide des coefficients a_k d'une série de Taylor. Lorsque les séries admettent 1, 2 ou 3 pôles sur leur cercle de convergence on peut énoncer au sujet de ces expressions des propositions précises. L'étude du cas général est liée à celle des zéros d'une somme d'exponentielles ; il est remarquable que pour toutes les fonctions qui s'introduisent naturellement en Analyse la seconde expression tend vers une limite (ou du moins a une limite inférieure d'indétermination positive).

Géométrie. 1. M. *L. Féraud* étudie les correspondances C_{23} entre des surfaces de l'espace à quatre dimensions, à caractéristiques distinctes. Suivant que ces familles de caractéristiques sont formées de 0, 1 ou 2 courbes planes, les transformations de Laplace de ces surfaces jouissent de propriétés bien distinctes, dont l'auteur étudie les conséquences.

2. M. *P. Vincensini* indique une construction géométrique très simple qui fournit toutes les congruences à surface moyenne plane.

Mécanique. A propos d'une note récente de M. de Sèze, M. *Mesnager* précise la nature des hypothèses de la Résistance des matériaux étudiées par M. de Sèze.

Hydrodynamique. 1 et 2. M. *Grialou* étudie le mouvement plan permanent à trajectoires verticales, des liquides visqueux ; le logarithme du tourbillon est une fonction harmonique. Dans une seconde Note, l'Auteur calcule le débit d'un déversoir en mince paroi, pour un liquide parfait contenu dans un canal profond, de largeur indéfinie.

3. M. *D. Riabouchinsky* étudie la variation de l'énergie cinétique d'un fluide correspondant à une variation infiniment petite des parois. Il se place dans le cas, qu'il n'avait pas encore envisagé, d'un potentiel des vitesses multiforme.

Aérodynamique. La représentation analytique sur un cercle d'un profil d'aile d'avion résulte d'une fonction rationnelle dont M. *Elie Carafoli* apprend à calculer les coefficients par un procédé géométrique simple.

Physique mathématique. 1. M. *Th. de Donder* montre comment on peut déduire de la gravifique einsteinienne l'équation de quantification des systèmes moléculaires comprenant un nombre quelconque de points massiques électrisés engendrant un champ gravifique.

2. M. *A. Lévêque* traite le problème de l'échange de chaleur par circulation d'un fluide non visqueux, en mouvement tranquille, les vitesses dérivant d'un potentiel et étant assez grandes pour que l'influence des différences de température sur le mouvement soit négligeable. La température du fluide à l'entrée d'un tube ou d'un double plateau est supposée uniforme, ainsi que celle des parois.

3. Etudiant les conséquences de la représentation géométrique obtenue par M. L. de Broglie pour la charge électrique d'un point matériel dans un S_5, M. *A. Schidlof* montre, notamment, comment on peut calculer la masse propre d'un point matériel en fonction de sa charge.

Calcul des probabilités. Généralisant des résultats antérieurs, MM. D. *Mirimanoff* et *R. Dovaz* évaluent approximativement l'erreur que l'on commet en calculant la probabilité d'un écart par la formule de Laplace, les probabilités des événements contradictoires étant non plus 1 : 2 mais p et q.

René Garnier.

T. S. F.

Production simultanée d'une fréquence fondamentale et d'une de ses harmoniques dans un générateur à triodes (1). — Il existe plusieurs méthodes pour transmettre ou recevoir deux ou plusieurs fréquences sur une seule antenne; mais ces méthodes nécessitent une modulation indépendante pour chacune des fréquences et aussi tion indépendante pour chacune des fréquences et aussi un tube générateur séparé pour chaque fréquence.

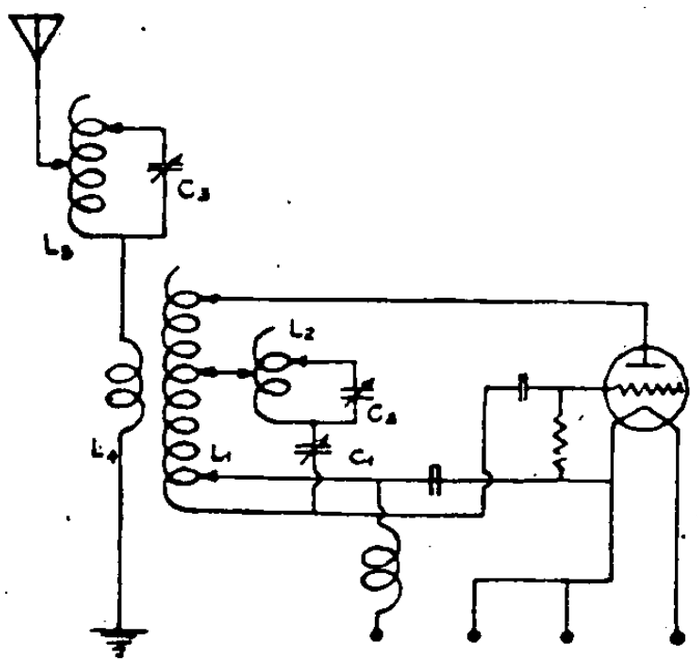


Fig. 324.

La méthode décrite ici et qui a été élaborée au Bureau des Standards ne nécessite qu'un tube. Le circuit utilisé est représenté fig. 324. C'est tout simplement un montage Hartley avec un circuit accordé additionnel (L_2C_2) en série avec le circuit principal (L_1C_1). Le circuit d'antenne est constitué d'une façon semblable L_3C_3. On trouve que quand le tube oscille sur une fréquence f_1 et quand le circuit C_2 L_2 est accordé sur l'une des harmoniques de f_1, cette dernière est amplifiée. L'intensité de cette harmonique peut d'ailleurs se régler facilement en faisant varier le couplage entre L_1C_1 et L_2C_2, le couplage étant dû à la partie de L_2 commune aux deux circuits. En couplant le générateur à l'antenne convenablement accordée, cette dernière rayonne les deux fréquences.

Avec un circuit de ce genre oscillant sur la fréquence fondamentale de 600 kc. à circuit auxiliaire accordé sur la fréquence 1.800 kc., on assura sur de courtes distances une bonne transmission des deux fréquences. On ne put essayer sur de grandes distances par suite du tube à faible puissance utilisé dans les essais. Les harmoniques jusqu'au 15e ont été amplifiés, la fréquence fondamentale étant 2.500 kc., mais on peut très probablement obtenir les harmoniques d'ordre plus élevé. Il semble qu'il n'y ait pas d'augmentation apparente dans l'intensité des harmoniques autre que celle qui est amplifiée.

Le dispositif précédent peut avoir plusieurs applications importantes. Par exemple, pour les relais de la radiodiffusion, la station principale émet le même programme sur deux fréquences au moyen de deux ensembles séparés. Une fréquence est la fréquence normale de travail dans la bande réservée à la radiodiffusion et l'autre une fréquence beaucoup plus grande, d'habitude entre 2.500 et 7.500 kc. Avec le montage précédent on peut transmettre simultanément les deux fréquences sur le même appareil d'où une économie appréciable. De même lorsqu'on étalonne un ondemètre à l'aide d'un oscillateur, un appareil de ce genre sera très utile quand l'appareil indicateur sur l'ondemètre ne sera pas assez sensible pour être influencé par les faibles harmoniques d'un émetteur ordinaire. Avec une fréquence fondamentale dans la gamme de l'ondemètre, un harmonique de fréquence plus élevée peut être simultanément obtenu avec une intensité suffisante pour agir sur l'ondemètre directement. En modifiant légèrement la fréquence fondamentale, on obtient un nouvel harmonique et on a ainsi un très grand nombre de points.

P. Abadie.

(1) Voir aussi Gutton. La lampe à trois électrodes, 1923, p. 73 et suivantes.

Bactériologie

L'hémolysine streptococcique. — Le streptocoque, agent microbien de l'érysipèle, de la fièvre puerpuérale, de nombreuses suppurations et septicémies, produit dans ses cultures et dans l'organisme infectés par lui, une hémolysine, fragile d'ailleurs. L'étude de cette substance est particulièrement intéressante car de nombreux auteurs ont avancé qu'il existe une relation entre le pouvoir hémolytique *in vitro* d'une race de streptocoque, son activité pathogène pour les animaux d'expérience et la gravité des accidents qu'elle détermine chez l'homme.

De longues recherches ont permis à MM. Cesari, Cotoni et Lavalle de préciser certains caractères de cette hémolysine mal connus ou prêtant encore à discussion. Ils ont vérifié que c'est dans les milieux additionnés d'humeurs animales qu'il est le plus facile de mettre en évidence l'hémolysine; le bouillon additionné de sérum de cheval est, à cet égard, celui qui donne les meilleurs résultats. (*Annales de l'Institut Pasteur*, septembre 1927, p. 919).

Suivant les streptocoques le pouvoir hémolytique apparaît plus ou moins vite, mais aussi bien dans les cultures anaérobies que dans les aérobies. Pour certains échantillons l'hémolysine, ne peut être caractérisée que pendant un temps assez court : entre la septième et la seizième heure d'incubation à 37°. L'addition d'antiseptique ou le chauffage font disparaître le pouvoir hémolytique.

L'hémolysine streptococcique, ou plutôt l'ensemble des substances que l'on étudie sous ce nom, a son optimum d'action à 37°. Quand on l'injecte dans les veines du lapin ou de la souris on constate qu'elle ne produit pas d'hémolyse *in vivo* et que, chez le lapin, elle ne provoque pas l'apparition d'antistreptolysine dans les humeurs. Ainsi que le font remarquer MM. Cesari, Cotoni et Lavalle, ce caractère est fort important puisqu'il différencie nettement l'hémolysine streptococcique des hémotoxines microbiennes vraies. On ne connaît pas encore la nature des substances hémolysantes du streptocoque; on sait seulement qu'elles traversent les bougies de porcelaine utilisées pour la filtration des cultures. Quoi qu'il en soit, il est maintenant bien établi que le pouvoir hémolytique d'une race de streptocoque ne présente pas de relation nécessaire et constante avec le pouvoir pathogène vi-sà-vis du lapin et de la souris.

A. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 14 novembre 1927.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Miloch Radoitchitch.* — **Sur l'approximation des fonctions analytiques multiformes par les fonctions algébriques.**

ANALYSE VECTORIELLE. — *Rainich* (prés. par M. Hadamard). — **Les indices dans un champ de tenseurs. Généralisation de la courbure intégrale.**

ARITHMÉTIQUE. — *E. Cahen* (prés. par M. Hadamard). — **Sur l'ensemble de tous les nombres algébriques entiers.**

GÉOMÉTRIE ALGÉBRIQUE. — *G. Nicoladzé.* — **Généralisation d'un théorème de M. Bertini.**

MÉCANIQUE. — *Kolossof* (prés. par M. Mesnager). **Sur le centre des forces non parallèles.**

AÉRODYNAMIQUE. — *Carafoli* (prés. par M. Rateau). — **Sur les profils aérodynamiques de forme générale.**

AVIATION. — *Huguenard, Magnan* et *Planiol* (prés. par M. Rateau). — **Sur un principe nouveau permettant la réalisation d'appareils mesurant les conditions aérodynamiques du vol des avions.**

ASTRONOMIE. — *H. Deslandres.* — **Observations du passage de Mercure sur le disque solaire le 8 novembre 1927, aux Observatoires de Paris et de Meudon.**

Malgré les conditions peu favorables aux observations, celles-ci offrent une grande importance car elles ont donné des positions exactes de la planète Mercure, rapportées directement au Soleil, et très précieuses pour reconnaître les anomalies de l'orbite ainsi que les petites variations possibles de la durée de la rotation de la Terre.

— *G. Bigourdan.* — **Passage de Mercure sur le Soleil. observé le 10 novembre 1927 à l'Observatoire de Paris,**

Aucune trace de l'anneau n'a pu être relevée, ni rien qui ressemblât au phénomène de la goutte noire.

— *M. Hamy.* — **Observation du passage de Mercure sur le Soleil le 10 novembre 1927.**

Le second contact seul a pu être observé. Le contact a paru être atteint à 8 h. 28' 5'' et dépassé à 8 h. 28' 25''. Aucun phénomène optique particulier ne s'est manifesté.

— *Gonessiat.* — **Observation du passage de Mercure à l'Observatoire d'Alger.**

Contact intérieur 8 h. 28' 7'', contact extérieur 8 h. 29' 41''. Un léger ligament noir est apparu 6 secondes avant le contact intérieur.

— *Schaumasse* (prés. par M. Deslandres). — **Observation du passage de Mercure sur le disque du Soleil faites à l'Observatoire de Nice.**

Dernier contact intérieur 8 h. 27' 51'', dernier contact extérieur 8 h. 29' 22''. La planète présentait l'apparence d'un disque régulier très sombre. L'existence du ligament noir n'a pas été constaté.

— *G. Van Biesbroeck* (prés. par M. Bigourdan). — **La redécouverte de la Comète Schaumasse et la méthode photographique d'observation des comètes.**

La comète fut reconnue le 4 octobre, comme une faible nébulosité correspondant à la 12e grandeur stellaire presque exactement à l'endroit prédit par M. G. Merton de l'Observatoire de Greenwich. L'astre a été de nouveau observé les 8, 19, 21, 25 et 26 octobre. Ces observations étaient très désirables, car la comète ne doit plus revenir qu'en 1935 et si elle n'avait pas été retrouvée, au retour au périhélie de cette année, elle eut été inévitablement perdue à l'avenir. Le succès de l'observation est dû à l'emploi du procédé photographique.

OPTIQUE ASTRONOMIQUE. — *Maurice Hamy.* — **Sur un oculaire permettant de faire tourner les images.**

L'orientation des images fournies par une lunette peut être modifiée en disposant entre l'œil et l'œilleton de l'oculaire, un prisme à réflexion totale, à faces rectangulaires. Cette adjonction présente au point de vue de la précision des mesures certains inconvénients que l'auteur a pu éviter en faisant usage d'un dispositif optique particulier dont la description fait l'objet de cette Note.

OPTIQUE. — *Y. Rocard* (prés. par M. Brillouin). — **Rôle des vibrations des atomes dans les molécules dans les phénomènes de la diffusion de la lumière.**

L'auteur indique, dans la théorie de la diffusion de la lumière une nouvelle espèce de diffusion, complètement polarisée à angle droit du faisceau incident, mais qui est négligeable dans deux cas : 1° lorsque la molécule n'a pas d'oscillations atomiques (cas de l'eau); 2° lorsque la molécule a une anisotropie δ très faible (cas de l'éther).

— *G. Labussière* (prés. par M. Fabry). — **Production de lumière par frottement du diamant sur le verre.**

La lueur que l'on peut apercevoir dans l'obscurité est peu étendue dans l'espace et se produit au dehors du verre. Elle doit avoir son origine dans des décharges entre quantités d'électricité formées par frottement à la surface d'un corps mauvais conducteur. En effet, l'intensité est réduite, jusqu'à s'annuler, par l'humidité ou par le ralentissement du mouvement, et les expériences ont montré que pour obtenir une lueur visible il fallait frotter avec un corps mauvais conducteur et autre que le verre.

OPTIQUE INSTRUMENTALE. — *G.-W. Ritchey* (prés. par M. Deslandres). — **Comparaison en laboratoire, des images et des champs fournis par un télescope newtonien et un télescope Ritchey-Chrétien.**

Dans le télescope newtonien, les images extra-axiales ont la forme du fer de flèche, la pointe dirigée vers le centre du champ. Le champ, ou lieu géométrique de ces images à concentration maxima, est une surface approximativement hyperboloïdale, concave vers la lumière incidente.

Dans le télescope Ritchey-Chrétien, les images se voient chacune sous l'aspect d'un disque normal et brillant de diffraction, entouré de ses anneaux. Le champ est sphérique, concave vers la lumière incidente.

CAPILLARITÉ. — *J. Nageotte* (prés. par M. Brillouin). — **Sur la structure microscopique et moléculaire des formations myéliniques.**

Les formations myéliniques proprement dites sont caractérisées par un mode particulier d'hydratation qui appartient à certaines matières dans certaines conditions. L'extrait de cerveau (lécithine impure), mis en présence de l'eau, se détache des surfaces auxquelles il adhérait et qui, dès lors, ne peuvent plus l'orienter. Il donne ainsi naissance aux excroissances myéliniques, qui glissent librement sur le verre. Les molécules orientées par l'eau qui pénètre, se rangent en lames minces, continues et parallèles. Dispersées dans l'eau, ces lames sont vues distinctement; tassées inégalement, suivant les couches, elles donnent aux tubes l'aspect zoné observé par Lehmann. Cette disposition est le point de départ de phénomènes complexes, et joue un rôle dans la structure du nerf et peut-être dans sa conductibilité.

ATOMISTIQUE. — *Pierre Bricout* (prés. par M. Fabry). — **Mesure absolue de l'énergie lumineuse émise par un gaz soumis aux chocs d'électrons.**

L'auteur a mesuré en valeur absolue l'énergie émise et évalué le nombre des chocs entre électrons et atomes afin d'acquérir, en comparant ces grandeurs, des données sur la probabilité d'émission du quantum lors d'un impact. La précision des mesures obtenues n'est pas suffisante pour que l'on puisse considérer le résultat comme définitif, mais il paraît certain que la probabilité d'émission d'un quantum, à la suite d'un choc, est élevé. Il paraît très pro-

bable que, dans les conditions correspondant au maximum de la formation d'excitation, tous les chocs sont efficaces pour la production du rayonnement.

ÉLECTRICITÉ. — *Dubar* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur une vérification de la théorie des détecteurs et redresseurs à contact.**

Une pellicule isolante de silice, d'épaisseur extrêmement faible (coloration bleue des lames minces) a été formée par électrolyse à la surface d'un bloc de silicium et, au contact de cette pellicule, on a appliqué, sous une forte pression, du graphite : la courbe courant-tension du conducteur complexe ainsi réalisé, courbe dysimétrique, présente un long point d'inflexion à l'origine correspondant à une résistance de 12 ohms. Sous une même tension appliquée de 3,25 volts le courant est de 1,4 ampères dans le sens silicium-graphite et de 0,4 ampère dans le sens inverse. Le courant s'établit instantanément et l'appareil redresse le courant alternatif de fréquence relativement élevée.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *Mallet* et *Cliquet* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Cellule photo-électrique pour la mesure du rayonnement ultraviolet moyen.**

La cellule comprend une cathode constituée par un petit disque argent-cadmium d'un diamètre de 1 cm. placé au centre d'une ampoule de quartz fondu; la surface de l'alliage est mate. L'anode est formée par un anneau de tungstène placé au-dessus de la cathode. Après extraction très complète des gaz retenus par les parois et les électrodes, le tube de quartz est fermé sous une légère pression d'argon afin d'augmenter le courant électronique par une ionisation secondaire par chocs. La cellule est placée dans un cylindre de laiton pourvu d'une fenêtre munie d'un diaphragme iris. L'anode est en relation avec la terre. La cathode est reliée au support de feuille d'un électroscope.

PHYSIQUE. — *Moens* et *Verschaffelt*. — **Phénomènes optiques présentés par le quartz mis en vibration piézo-électrique.**

Les auteurs décrivent dans cette Note les spectres vus au cours des observations faites dans le sens de l'un des axes électriques, dans le sens perpendiculaires aux axes électrique et optique, enfin dans le sens de l'axe optique. Les résultats obtenus leur permettent d'entrevoir une application possible de ces phénomènes au problème de la télévision.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Georges Claude*. — **Sur l'utilisation de l'énergie thermique des mers.**

Dans cette Note, M. G. Claude examine d'une part si les espérances qu'il avait formulées il y a un an, lors de sa première communication, d'autre part si les objections qui avaient été soulevées au sujet de ses essais ont été infirmées ou confirmées. Il montre que ses recherches ultérieures ne peuvent que renforcer ses espérances. Il va prochainement expérimenter sur la Meuse une turbine de 50 kilowatts dans les conditions thermodynamiques de la pratique et si les résultats sont satisfaisants, il pourra alors aborder les difficultés du travail à la mer.

CHIMIE PHYSIQUE. — *G. Charpy*. — **Sur un procédé de durcissement superficiel de l'acier.**

La limaille de fer, soumise à l'action de corps carbonés, tels que le carbone, le cyanogène, les cyanures, etc., à des températures comprises entre 550° et 650° environ, se transforme intégralement en cémentite. Sur des pièces massives, la même réaction donne lieu à la formation d'une couche superficielle de carbure dont l'épaisseur augmente lentement. L'auteur appelle cette opération la *carburation*. Celle-ci s'applique de préférence aux aciers demi-durs. Comme corps carburant, avec les aciers ordinaires, la plupart des céments usuels conviennent; avec les aciers spéciaux, il est préférable d'employer soit des carbures d'hydrogène, soit des bains salins à base de cyanures ou des ferrocyanures, ou même simplement du cyanure de potassium fondu qui ne s'altère que très lentement à 650°.

— *René Dubrisay* et *Florence Desbrousses* (prés. par M. Le Chatelier). — **Action de l'acide phosphorique sur le calcaire en présence d'argile et de matières pulvérulentes.**

La fixation de l'acide phosphorique semble être entravée par la présence des matières absorbantes, et spécialement de l'argile. Cette action se manifeste même lorsque la proportion de calcaire est assez grande pour transformer tout l'acide en phosphate insoluble.

— *René Wurmser* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le potentiel apparent des solutions de glucose.**

Les résultats obtenus ont montré : 1° que les électrodes de platine et d'or donnent le même potentiel à la précision des mesures, soit à $0^{v},002$ près; 2° que la nature du tampon intervient sur la vitesse d'établissement du potentiel et sur sa valeur; 3° que la vitesse d'établissement du potentiel et sa valeur dépendent de la concentration en ions OH. Du pH 8,2, où le potentiel ne s'établit qu'en deux mois, au pH 9,75 où il s'établit en deux jours, la courbe représentant l'établissement du potentiel en fonction du temps est très régulière.

Aux pH supérieurs à 10 les potentiels limites présentent une constance moindre, car ils sont réglés par la vitesse avec laquelle la glucose libère de l'hydrogène.

— *Jean Cournot* (prés. par M. Léon Guillet). — **Sur le traitement des pièces en alliages ferreux dans des solutions de phosphates complexes, en vue de leur protection contre la corrosion.**

Les pièces traitées aux phosphates montrent une résistance au moins égale, et souvent très supérieure aux autres modes de recouvrement dans l'air, l'eau de conduite, l'eau de mer, l'eau chargée de gaz carbonique, les vapeur d'eau, le vinaigre, les solutions d'eau de Javel, de carbonate, bicarbonate et bisulfite de sodium. Dans l'eau aérée, les galvanisations à chaud et électrolytique et dans l'eau ammoniacale, l'étamage, présentent une très légère supériorité.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Recoura*. — **Sur les sulfates de sesquioxydes acétylés.**

Poursuivant ses études antérieures sur l'action de l'anhydride acétique sur les sels métalliques hydratés solides l'auteur expose, dans cette Note les résultats qu'il a obtenus avec le sulfate ferrique, l'alun ferrique ammoniacal, l'alun aluminique ammoniacal et le sulfate d'aluminium acétylés.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Travers* (prés. par M. Matignon). — **Conséquences analytiques du domaine de stabilité de la cryolithe.**

La séparation de la silice et du fluor par la méthode de Berzélius est incorrecte en présence d'alumine. D'autre part, le dosage précis du fluor et de la silice sous forme de $SiF^{6}K^{2}$ est impossible, si la liqueur alcaline de départ renferme plus de quelques milligrammes d'alumine.

Si la roche renferme un rapport $\frac{Al^{2}O^{3}}{SiO^{2}}$ inférieur à $\frac{1}{3}$ et si elle est attaquable par fusion aux carbonates alcalins seuls, quand on reprend par l'eau, presque toute l'alumine reste sous forme d'une permutite insoluble, le dosage précis de fluor dans le filtrat est alors possible. Si, au contraire, la roche est attaquable seulement par fusion à la

potasse, la stabilité de la permutite formée après reprise par l'eau est diminuée, en raison du pH plus élevé : une partie de l'alumine passe alors sous forme d'aluminate soluble; en neutralisant ultérieurement jusqu'à pH = 3,5, on précipitera un mélange de complexes fluorés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *V. Hasenfratz* et *R. Sutra* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur les propriétés chimiques de la benzylidène-harmine.**

Ce corps malgré la présence d'une double liaison ne fournit pas de dérivé d'addition. Avec le brome, il donne les bromhydrates de deux dérivés monobromés isomères et avec l'acide sulfurique, l'acide benzylique-harmine — N— sulfonique. Le benzylindène-harmine, bien que renfermant deux atomes d'azote, ne fixe qu'une molécule d'iodure de méthyle. La combinaison iodométhylée, décomposée par la potasse, donne la benzylidène-méthylharmine : l'atome d'azote auquel s'est rattaché le groupement méthyle est donc de nature secondaire. La benzylidène-harmine renferme le groupement — CH = CH — C^6H^3 qui a pris la place du radical CH^3 formant la chaîne latérale de la harmine.

— *B. Barré* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Action des dérivés organo-magnésiens sur la tétra-éthyloxamide.**

L'action de C^2H^5 Mg Br sur cette amide se limite à une seule fonction amide. A froid, on obtient 70 p. 100 de diéthylamide de l'acide propionylformique et 20 p. 100 de diéthylamide de l'acide α-diéthylaminobutyrique.

— *Frèrejacque* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Oxyquinine et peroxiquinine.**

En préparant l'oxyquinine, l'auteur a obtenu un corps fondant à 153° qui serait un peroxyde stable dans $CHCl^3$, mais détruit en partie par l'acétone; avec les acides forts, il donne les mêmes sels que l'oxyde. Ce peroxyde ne peut être considéré comme de l'aminoxyde souillé par de l'eau oxygénée. Il diffère de l'oxyquinine par son point de fusion, son aptitude à donner une combinaison chloroformique peu soluble, son pouvoir rotatoire, nettement plus élevé, et sur son picrate.

MÉTALLURGIE. — *B. Bogitch* (prés. par M. Le Chatelier). — **Sur un procédé de déferrage.**

Le ferro-alliage brut sortant du four de fusion de minerai, coulé en filet mince, est frappé par un jet d'air comprimé à plusieurs kilos. Le métal se divise alors en une infinité de gouttelettes qui brûlent au contact de l'air, en fixant de l'oxygène. Suivant la température et l'épaisseur du filet de métal, le débit et la pression de l'air comprimé, la quantité d'oxygène fixée par le ferro-alliage varie de 1 à 18 p. 100. Cette dernière proportion d'oxygène correspond au métal aux trois-quarts brûlé. Le métal oxydé est ensuite fondu dans un four électrique.

OCÉANOGRAPHIE. — *Maurice Fontaine* (prés. par M. L. Joubin). — **Sur les causes d'une variation de salinité observée dans l'Océan à la pointe du Croisic.**

C'est à la Loire que doit être imputée la dessalure des eaux de l'Océan au large du Croisic. Deux causes peuvent être invoquées : 1° Un été extrêmement pluvieux; 2° la destruction, il y a deux ans, par le Service hydrographique de la Marine, d'une portion de la barre des Charpentiers, rocher qui limitait au nord le chenal septentrional de la Loire.

HYDROGÉOLOGIE. — *Ed. Imbeaux.* — **Les eaux souterraines, cause principale de l'inclinaison du campanile de Pise: Comment assurer sa stabilité.**

La principale cause de l'inclinaison de la tour paraît être due à la présence de l'eau en mouvement, qui produit des vides et ramollit le sol sous les fondations. Il faudrait donc faire cesser tout écoulement des eaux souterraines et consolider le terrain, par exemple en injectant du ciment dans les vides de la maçonnerie sèche et dans les pores du sol, à la place de tout ou partie de l'eau.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Pierre Termier.* — **Quelques résultats du Congrès de l'Association carpathique tenu à Bucarest en septembre 1927: zone cristallino-mésozoïque; aperçu provisoire sur l'ensemble de la structure des Carpathes.**

Il faut abandonner, au moins pour l'instant, l'idée de comparer les Carpathes roumaines aux Alpes et de suivre les nappes alpines jusqu'en Moldavie. Seules, les Carpathes occidentales, Tatra comprise, possèdent la structure alpine et prolongent les Alpes. Mais il est tout à fait vrai que la zone cristallino-mésozoïque des Carpathes roumaines s'est largement avancée sur la zone du Flych, d'un mouvement d'ensemble dirigé de l'Ouest à l'Est. L'amplitude de ce mouvement est encore inconnue; elle peut très bien avoir atteint et même dépassé 100 kilomètres.

BACTÉRIOLOGIE. — *P.-A. Dangeard.* — **Recherches sur la contamination naturelle du sol dans les cultures de *Phaseolus vulgaris*.**

Des cultures de Haricots réalisées en terrain inculte ont permis de constater qu'un sol en jachère depuis plusieurs années ne renferme pas le *Rhizobium* du Haricot, producteur de tubercules radicaux. La contamination du sol par ce *Rhizobium* est des plus faciles par apport de terre contenant les germes du microbe ou plus simplement encore par arrosage avec l'eau de trempage de cette même terre.

Ces observations montrent l'inutilité des cultures artificielles de Rhizobium, connues sous le nom de nitragine ou de nitro-bactérine : on aurait évité des essais coûteux et décevants, si l'on avait su combien la contamination est facile à réaliser naturellement.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *E. Bataillon.* — **La destinée des noyaux mâles dans la fécondation croisée des œufs immatures de Triton.**

Les mitoses mâles d'œufs immatures, observées par l'auteur, sont figées par une condition de milieu spéciale, et leurs chromosomes ne se scindent jamais; tandis que les mitoses d'activation du pronucléus femelle (au moins dans le cas du monaster) peuvent se répéter un certain temps, doublant à chaque cycle leur assortiment chromosomique.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Marcel Brandza* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur la fusion ou la séparation des plasmodiums, prises comme critériums dans la définition de l'espèce chez les Myxomycètes.**

Par la fusion ou la séparation des plasmodiums, on arrive à découvrir chez les Myxomycètes l'espèce physiologique, élément d'une valeur réelle, échappant à tout subjectivisme, et qu'on peut utiliser dans le cas des espèces douteuses ou polymorphes provenant de plasmodiums différents.

Aux espèces physiologiques peuvent correspondre chez les Myxocycètes des caractères morphologiques assez marqués pour justifier la création d'autant d'espèces (*F. septica* Gmel.), des différences morphologiques faibles (*Tubifera ferruginosa* Gmel.), ou même nulles (*Didymium squamulosum* Fr.).

L'application du principe de Torrend permettra de résoudre sur des bases expérimentales la question de l'hybridité chez les Myxomycètes.

BOTANIQUE. — *Ph. Hagene* (prés. par M. Molliard). — **Colonies d'espèces calcifuges dans une région calcaire.**

L'auteur cite un certain nombre d'exemples où l'acidité du sol, conséquence de la décalcification, n'est pas toujours traduite par l'apparition d'espèces propres aux terrains siliceux ou granitiques. Il montre, à cet égard, l'analogie que présente la flore du Jura avec celle de la Côte de Bourgogne.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Raoul Combes* et *Robert Echevin* (prés. par M. Molliard). — **Vitesse de l'émigration automnale des substances azotées des feuilles vers les tiges chez les plantes ligneuses.**

L'émigration est faible ou nulle pendant la période qui précède le jaunissement, mais une véritable évacuation commence brusquement dès l'apparition des premières plages jaunes, et se poursuit rapide pendant toute la fin de la vie des feuilles, pour ne cesser qu'à la mort des tissus. Il y a lieu de remarquer l'extrême rapidité du phénomène d'évacuation qui, chez certaines espèces telles que l'*Æsculus* et le *Castanea*, transporte, en 15 à 20 jours, les 7/10 de l'azote contenu dans les feuilles.

ENBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *René Souèges* (prés. par M. L. Guignard). — **Embryogénie des Légumineuses. Les premiers stades du développement de l'embryon chez le *Medicago Lupulina* L.**

La cellule apicale du proembroyon bicellulaire se segmente transversalement et donne deux cellules superposées. La cellule basale reste généralement indivise. Les premières segmentations, dans la cellule du sommet, s'effectuent conformément aux règles classiques qui ont été observées chez les Crucifères et de *Myosurus minimus*. Les éléments issues des autres cellules donnent naissance à un suspenseur d'assez grande taille.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Lucien Daniel* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **L'hérédité de l'Absinthe greffée sur Chrysanthème arborescent.**

L'auteur a montré antérieurement que l'on peut faire vivre, lignifier et fructifier trois au quatre années de suite les tiges aériennes annuelles d'Absinthe en les greffant sur *Chrysanthemum frutescens*. Des graines ayant été récoltées sur un épibiote âgé de quatre ans ont donné, au semis, des exemplaires très différents. Les plus intéressants sont ceux qui ont fleuri et se sont lignifiés au cours de la deuxième année de leur développement.

Il ne semble donc plus possible aujourd'hui, dit M. Daniel, de contester l'*influence spécifique* qui s'exerce, en certains cas exceptionnels, entre l'épibiote et l'hypobiote, et qui retentit à la fois sur ceux-ci ou héréditairement sur leurs descendants.

ZOOLOGIE. — *Jacques Pellegrin* (prés. par M. Bouvier). — **La présence du Crapaud vert dans le Hoggar.**

La découverte de cette belle espèce en plein centre du Sahara étend considérablement vers le Sud son habitat déjà si vaste. La fraîcheur et l'humidité dues à l'altitude figurent certainement parmi les causes qui permettent au Crapaud vert de se maintenir sous une latitude aussi basse.

PHYSIOLOGIE. — *Mme L. Randoin* et *R. Lecoq* (prés. par M. A. Desgrez). — **Influence de la nature des glucides alimentaires sur la production d'états polynévritiques aigus, récidivants ou chroniques, obtenus malgré la présence de levures ou d'extraits de levure.**

La présence des deux vitamines B, en quantité largement suffisante, dans un régime artificiel complet et équilibré, n'empêche pas dans tous les cas, chez le Pigeon, l'éclosion de crises polynévritiques aiguës (dites crises caractéristiques de l'avitaminose B).

Pour un même taux de glucides, quand on emploie des régimes complets à base de sucres très vites absorbés (autres que le galactose), à base de glucose pur, par exemple, la proportion nécessaire des vitaminoses B' atteint une valeur maxima. Mais en tout cas, une insuffisance légère de ces deux vitamines suffit à provoquer une longue maladie. Cet état polynévritique récidivant se termine par la mort. Une insuffisance de la vitamine antinévritique seule détermine, chez les Pigeons à terrain particulièrement résistant, après de fortes crises, mortelles pour les autres, un état polynévritique chronique, à évolution lente, sans symptômes nets.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Mlle M.-L. Verrier* (prés. par M. Bouvier). — **Sur la réfraction statique de l'œil chez les Poissons.**

L'image se forme dans l'œil de la Tanche et du *Leuciscus* en arrière de la rétine. Il en résulte, que l'état normal de réfraction, chez les espèces étudiées, est l'hypermétropie accrue d'astigmatisme.

L'accommodation se ferait donc chez eux d'une manière normale et les Poissons ne formeraient pas un groupe à part chez les Vertébrés doués du pouvoir accommodatif. Leur accommodation ne serait pas négative, ainsi que l'on a eu tendance à l'admettre.

PROTISTOLOGIE. — *Edouard Chatton* et *André Lwoff* (prés. par M. F. Mesnil . — **Les métamorphoses des *Fœttingeriidæ* (Ciliés) et les transformations de leur ciliature au cours du cycle évolutif.**

Il y a un stade où, quelles que soient les différences qu'elle présente aux autres phases, la morphologie de toutes les espèces, de la famille se refond en un type d'une parfaite uniformité. C'est le stade tomite caractérisé par les atributs suivants : champ antérieur, champ médian, stries postorales et par le fait que le nombre des stries méridiennes complètes y est inférieur de deux unités à celui du trophonte (7 au lieu de 9 chez *Fœttingeria*, *Polyspira*, *Gymnodinioides*; 14 au lieu de 16 chez *Spirophyra*). Ces caractères du tomite permettent d'attribuer avec certitude à la famille des *Fœttingeriidæ* tout Cilié qui les présente.

IMMUNOLOGIE — *K Toumanoff* (prés. par M. F. Mesnil). **Essais sur l'immunisation des abeilles.**

Il ressort des expériences relatées dans cette Note que les abeilles peuvent acquérir l'immunité contre des doses mortelles de *Bacillus alvei* Ch. et Ch., microbe qui accompagne une maladie du couvain des abeilles connue vulgairement sous le nom de « loque européenne ».

Les abeilles, comme d'autres insectes (travaux de Metalnikoff et ses élèves, de Paillot), peuvent donc acquérir l'immunité après une vaccination préalable.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *S. Schmidt* (prés. par M. Roux). — **Contribution à l'étude du processus de neutralisation entre toxines et antitoxines (Diphtérie et Tétanos).**

Il résulte des expériences relatées dans cette Note que le complexe formé par la toxine et l'antitoxine en excès réagit autrement, avec une nouvelle quantité de toxine, que l'antitoxine libre.

— *E. Wollman* et *Achille Urbain* (prés. par M. Roux). — **Autonomie antigène du sarcome de Rous.**

Les différences entre les propriétés antigènes du tissu néoplasique et celles du muscle environnant ne tiennent pas à la teneur, souvent considérable, en sang, de la tumeur.

Il n'y a pas plus de parenté antigénique entre le tissu splénique et le tissu du sarcome qu'il n'y en a entre celui-ci et le tissu musculaire.

Quelle que soit l'origine qu'on lui attribue le tissu néoplasique présente donc une autonomie antigène tout à fait nette.

P. Guérin.

Séance du 21 novembre 1927.

THÉORIE DES ERREURS. — *F. Leprince-Ringuet* (prés. par M. Rateau). — **Application de la méthode des moindres carrés à un système d'inconnues susceptibles de variation.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *S. Mandelbroj* (prés. par M. Hadamard). — **Les suites de fonctions holomorphes. Fonctions entières.**

— *W. Gentcharoff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les fonctions entières et les droites de Julia**

— *F. Leja* (prés. par M. Hadamard). — **Sur une propriété des séries entières doubles.**

— *G. Alexits* (prés. par M. Emile Borel). — **Remarque sur la divergence des séries de Fourier de fonctions continues.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Krawtchouk* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les fonctions analytiques à singularités réelles.**

— *G. Polya* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les coefficients de la série de Taylor.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *J. A. Schouten* (prés. par M. Hadamard). — **Quelques remarques sur l'écart géodésique et des problèmes pareils.**

HYDRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *H. Bénard* (prés. par M. Brillouin). — **Sur les tourbillons cellulaires et la théorie de Rayleigh.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *R. Wavre* (prés. par M. Hadamard). — **Sur une extension d'un théorème de Stokes relatifs aux figures d'équilibre.**

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *J. F. Saffy* (prés. par M. Le Chatelier). — **Prévision de dilatabilité de l'invar en pièces obtenues par transformation à chaud ou à froid.**

THERMODYNAMIQUE. — *C. Raveau.* — **Sur la théorie de l'électrostriction.**

ASTRONOMIE. — *Thadée Banachiewiez* (prés. par M. H. Andoyer). — **Les relations fondamentales de polygonométrie sphérique et les systèmes de Gauss et de Delambre de trigonométrie sphérique.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Louis de Broglie* (prés. par M. de Broglie). — **Corpuscules et ondes (1).**

MOTEURS A EXPLOSIONS. — *Aubert, A. Pignot, J. Villey* (prés. par M. A. Cotton). — **Action des antidétonants sur l'inflammabilité adiabatique des carbures d'hydrogène.**

Les expériences effectuées sur le plomb tétraéthyle considéré comme l'antidétonant le plus actif, ont donné des résultats analogues à ceux qui avaient été observés avec la toluidine et le sulfure d'éthyle. On peut en conclure que des additions qui suffisent à élever de façon très considérable la limite (taux de compresssion) de détonabilité n'ont pas d'action analogue sur l'inflammabilité adiabatique.

OPTIQUE. — *G. Simon* (prés. par M. Cotton). — **Anneaux de superposition obtenus avec deux lames semi-argentées de Fabry et Perrot.**

La méthode décrite par l'auteur permet de réaliser des épaisseurs égales ou multiples l'une de l'autre sur des interféromètres alignés : pratiquement, on peut obtenir sans difficulté le multiple 10 d'une épaisseur donnée.

OPTIQUE INSTRUMENTALE. — *H. Chrétien* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Le télescope aplanétique et ses adadtations.**

Dans un télescope à deux miroirs, du type aplanétique, de longueur focale, F_0, relativement courte, on peut se proposer d'y remplacer le second miroir par un autre, de pouvoir amplificateur plus fort, de manière à porter la longueur focale à une valeur notablement plus grande $F = m F_0$. Or, on a objecté à ce type de télescope de ne pas permettre cette adaptation. *A priori*, il n'y a pas de raison pour qu'une combinaison optique, initialement bien supérieure à une autre au point de vue des aberrations, lui devienne subitement inférieure à la moindre modification d'un de ses éléments. En fait, on a toujours la possibilité de conserver la correction de l'aberration sur l'axe. L'auteur démontre par le calcul, qu'on peut préciser la situation et indiquer entre quelles limites l'adoption reste praticable.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Fred Vlès, Paul Reiss, Madeleine Gex.* — **Sur les matières colorantes vivant en présence de sels neutres, et la constitution d'une échelle d'indicateurs à indices de massivité variables permettant la comparaison des solutions salines.**

Les auteurs ont examiné environ 80 matières colorantes appartenant à diverses familles afin d'y rechercher des propriétés analogues à celles de la sulfocyanine. Ils ont constitué une échelle d'indicateurs dont ils donnent, dans un tableau, un certain nombre avec leurs propriétés dans le chlorure de potassium.

— *Pierre Chevenard* (prés. par M. Le Chatelier). — **Influence d'une addition de chrome sur le frottement interne des ferronickels reversibles.**

Le chrome étend le domaine de température où le frottement interne est relativement faible, c'est-à-dire où l'alliage est assimilable à un solide parfaitement élastique. Les Aciéries d'Imphy tirent parti de cette propriété dans la fabrication d'alliges destinés à former des ressorts travaillant à cadence rapide. De même, le chrome est choisi pour former la majeure partie des additions de l'élinvar dans le but de réduire l'anomalie thermoélastique du ferronickel à 34 p. 100 de Ni, au degré voulu pour réaliser l'invariabilité thermique du module.

— *Pierre Brun* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la déshydratation des liquides hydro-alcooliques.**

Pour les mélanges renfermant moins de 92 p. 100 d'alcool iso-amylique, on a intérêt à les traiter par le carbonate de potasse après mélange de l'alcool éthylique initial avec l'alcool iso-amylique; au contraire, pour les mélanges qui en renferment plus de 92 p. 100, il y a intérêt à déshydrater l'alcool éthylique seul par le carbonate, puis après élimination de la couche saline, d'ajouter à cet alcool, partiellement déshydraté, de l'alcool iso-amylique pur.

— *A. Le Thomas* (prés. par Léon Guillet). — **La suppression des tensions dans les pièces en fonte mécanique.**

L'effet du recuit sur les tensions commence seulement à se faire sentir vers 300° et la disparition des tensions est sensiblement réalisée à 600°. Il suffit donc, pour détruire ces tensions, de recuire les pièces avec lenteur jusqu'à 650° environ, puis de les laisser refroidir lentement.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *M. Vilmet* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur le dosage des constituants d'un mélange gazeux comprenant de l'acide sulfhydrique, du gaz carbonique, de l'arséniure et du phosphure d'hydrogène et de l'acétylène.**

L'acide sulfhydrique est absorbé par l'acétate neutre de zinc qui est sans action sur les autres gaz; le gaz carbonique est absorbé par la potasse; l'arséniure d'hydrogène est absorbé totalement par l'acétate neutre de cadmium qui est sans action sur le phosphure d'hydrogène et l'acétylène. Le dosage du phosphure d'hydrogène se fait en utilisant son action sur l'anhydride sélénieux. L'acétylène est absorbé par la réaction à l'iodomercurate de potassium alcalin de Lebeau et Damiens.

Le mélange gazeux est analysé en absorbant successivement chaque gaz dans l'ordre qui vient d'être indiqué.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Charles Moureu, Charles Dufraisse, Gérard Bercket.* — **Recherches sur le rubrène : le pseudorubrène.**

Etudiant la constitution du rubrène, les auteurs ont essayé de l'hydrogèner par l'acide iodhydrique. Cette étude les a conduit à constater que la réaction d'hydrogénation était une réaction accessoire, la réaction principale étant une isomérisation ne présentant aucune relation stoechiométrique ni avec la quantité d'iode libérée, ni avec celle d'acide iodhydrique mise en œuvre.

L'isomère obtenu a reçu le nom de *pseudorubrène* qui se présente en cristaux incolores fondant à 210°; en élevant la température, on observe une deuxième fusion à 278° qui est celle du corps exempt de solvant, les cristaux ayant été obtenus dans le benzène.

— *J. B. Senderens, Jean Aboulenc.* — **Décomposition des acides forméniques par l'acide sulfurique.**

Les auteurs ont étudié les acides butyrique normal, caproïque ou hexylique, acétique, isobutyrique, isovalérique et isocaproïque. Ils ont observé que l'introduction d'une chaîne latérale dans les acides forméniques favorise leur attaque par l'acide sulfurique, la facilité de l'attaque paraissant augmenter avec la longueur de la chaîne latérale et diminuer lorsque cette chaîne s'éloigne du carboxyle.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Paul Baud* (prés. par M. C. Matignon). — **De l'emploi du gypse à la fabrication du sulfate d'ammoniaque.**

Etudiant la réaction du carbonate d'ammoniaque sur le gypse et cherchant à perfectionner un procédé déjà en usage, M. Beau opère en vase clos afin, tout en évitant des pertes d'ammoniaque, de bénéficier de la chaleur dégagé par la formation de CO^3Am^2; en outre, il ajoute une matière inerte pour aider le sulfate de chaux à se maintenir en suspension dans la solution alcaline. Dans ce but, il emploie l'argile. En 40 minutes, sous la pression de 750 kg. avec une température initiale de 70° et une température finale de 48°, il obtient un rendement, en sulfate d'ammoniaque de 96,6 p. 100. Comme sous-produit, il obtient une pâte homogène qui, cuite entre 1550° et 1600°, donne un clinker offrant un module d'hydraulicité de 2.1 et un indice de 0.43.

CHIMIE AGRICOLE. — *A. Némec* (prés. par M. Schlœsing). **Sur la teneur de l'humus forestier en résines et son influence sur l'humification des matières organiques.**

Koch et Œlsner ont montré que les résines contenues dans l'humus d'épicéa empêche l'activité des bactéries nitrifiantes. Partant de ce fait, l'auteur a cherché la relation entre le degré d'humification et la quantité des substances résineuses, celles-ci étant extraites de la couverte morte au benzène-alcool. En même temps il a déterminé la concentration en ions hydrogène (acidité en pH) par la méthode électrométrique, ainsi que le gain et la perte en azote nitrique par suite de la nitrification ou la dénitrification dans un temps donné.

Les chiffres trouvés indiquent que le taux de matières organiques humifiées et le taux d'azote nitrifié p. 100 de matières organiques totales ont varié à l'inverse du taux de résines de matière sèche. L'azote nitrifié a également varié, d'autre part, à l'inverse de l'acidité, ce qui s'accorde, avec ce que l'on sait, d'une façon générale, sur la nitrification.

— *R. Legendre* (prés. par M. Breton). — **Application de la notion de pH à la conservation des grains et des issues de céréales.**

Les bactéries et les spores qui saupoudrent les grains trouvent leur aliment principal, les sucres, dans les grains fendus et brisés dans lesquels les diastases des cellules ouvertes de la couche à aleurone et du germe agissent sur les grains d'amidon, humides. Le pouvoir amylolitique des diastases du grain est maximum au pH5 et décroît rapidement dès que ce pH varie. L'auteur a donc pensé qu'en portant les cellules à diastases, ouvertes par brisure ou fêlure, d'un tas de grains, ou d'issues, à un degré d'acidité très différent du pH5, on supprimerait la production de sucre et par suite la pullulation des microorganismes et l'échauffement qui s'ensuit. L'expérience a montré l'efficacité de ce procédé.

MINÉRALOGIE. — *J. Orcel.* — **Sur l'emploi de la pile photo-électrique pour la mesure du pouvoir réflecteur des minéraux opaques.**

L'auteur a cherché à utiliser les piles ou cellules photoélectriques pour réaliser la mesure du pouvoir réflecteur des minéraux opaques. La cellule est adaptée directement sur le microscope métallographique ordinaire. Comme source lumineuse, on emploie soit la lampe pointolite de 200 bougies, soit une lampe à filament de 250 bougies. Le procédé décrit permet de diagnostiquer certaines espèces dont la distinction ne pourrait se faire par l'analyse chimique, comme par exemple la bournomite et la famatinite.

— *B. Dimitrievitch.* — **Sur un cas de pseudopolychroïsme de la calcite.**

Cette calcite, du Mont Avala (Serbie), se présente sous divers aspects : on la trouve en plages irrégulières remplissant souvent des fissures dans la zone de contact des roches filoniennes et des calcaires crétacés. Souvent aussi elle est associée à la calcite normale non polychroïte. Elle se rencontre dans les phénocristaux de feldspaths de roches filoniennes : rhyolites, microgranites, trachyandésites, kersantites, et grès à feldspath.

L. Franchet.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *E. Bataillon.* — **La Polyspermie chez le Triton et le clivage simultané en quatre obtenu par centrifugation.**

A la suite des expériences relatées dans cette Note, l'auteur a atteint l'objectif cherché. Il est possible, montre-t-il, de provoquer expérimentalement sur l'œuf de Triton l'achèvement de la mitose abortive ébauchée par un noyau spermatique surnuméraire.

GÉOLOGIE. — *Paul Corbin et Nicolas Oulianoff* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur une série de roches prétendue d'âge carbonifère près du Paradis (les Rafforts) des Praz de Chamonix (massif des Aiguilles Rouges).**

La série des roches sédimentaires qui affleurent aux Rafforts appartient entièrement au Mésozoïque du synclinal complexe de Chamonix. Ces roches, très écrasées, sont plaquées directement contre le Cristallin des Aiguilles Rouges. Il n'y a pas de Carbonifère dans cette localité.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Devaux* (prés. par M. Brillouin). — **Sur la mesure de la densité des champs de neige et des glaciers.**

En un point quelconque d'un champ de neige récente, la densité croît avec le temps. Quand les grains de neige sont tombés en air peu agité, la densité est faible; quand l'air est animé d'un mouvement rapide au voisinage immédiat de la surface où se forme le dépôt, la densité est beaucoup plus grande.

Les différents névés examinés par l'auteur avaient tous une densité compris entre 0,51 et 0,59, en août et début de septembre; elle était de 0,53 à 0,65 au début d'octobre.

MYCOLOGIE. — *R. G. Werner* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Influence du milieu sur la croissance des Champignons de Lichens.**

La peptone et l'asparagine ont servi de sources organiques, le nitrate d'ammonium de source anorganique d'azote. La croissance, en général très activée par 1 pour 100 de glucose, atteint son minimum sur agar contenant de l'urée. L'évolution du Champignon plus ou moins favorisée sur les autres substratums devient particulièrement active sur agar de malt sans glucose et sur agar de Waren avec galactose. Toutefois le mycète préfère le glucose au galactose.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Em. Miège* (prés. par M. L. Guignard). — **Sur plusieurs formes particulières et endémiques de *Triticum dicoccum* Schrank.**

Le *Triticum dicoccum* semble localisé, au Maroc, dans les parties montagneuses situées sur les confins du Riff, dans les régions des Sless et de l'Ouergha. L'étude plus complète des seize sortes que l'auteur a déjà séparées et sommairement décrites, en les rapportant aux variétés *farrum* Bayle et *liguliforme* Keke, et celle de quelques formes plus récemment recueillies,ont montré à l'auteur qu'il s'agissait de races nouvelles et endémiques, dont il ne semble pas que l'on ait retrouvé, jusqu'ici, la réplique dans d'autres pays.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Louis Emberger* (transm. par M. Guignard). — **La végétation des montagnes du Maroc central.**

Sous le nom de *montagnes du Maroc central*, l'auteur désigne la partie élevée de la pénéplaine embrassant la région d'Oulmès et la portion sud du pays Zaër. Ces régions, adossées au Moyen-Atlas, très accidentées et situées à l'écart des grandes voies qui traversent le Maroc, n'ont jamais été étudiées par un botaniste. L'auteur donne une liste assez longue des espèces qu'il y a rencontrées.

Le Chêne-Liège est l'arbre caractéristique. Au-dessous de 800 m. il est remplacé par le Chêne vert accompagné de Cistes (*C. villosus* L. surtout).

ENTOMOLOGIE AGRICOLE. — *E. Roubaud* (prés. par M. L. Bouvier). — **Sur les préférences trophiques de la Pyrale du Maïs (*Pyrausta nubilalis*). — Importance de l'Armoise commune (*Artemisia vulgaris*) comme plante d'élection déviatrice, pour la protection des cultures.**

Aux environs de Paris, c'est l'Armoise qui entretient à l'état latent la Pyrale du maïs. L'auteur a reconnu expérimentalement que cette plante offre tous les caracères l'une plante d'élection d'une spécificité franche et solide pour l'insecte, tandis que le maïs ne joue à son égard qu'un rôle d'hôte vicariant secondaire. Pour protéger les cultures de maïs nord-américaines contre l'envahissement de ce parasite, il y aurait donc lieu d'associer l'armoise à ces cultures.

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. — *F. Henrijean* (prés. par M. A. d'Arsonval). — **La systole cardiaque.**

Dans la systole, ne s'agit-il pas d'un tétanos cardiaque?

Le tétanos expérimental suppose une série d'excitations rythmiques se succédant en un temps très court. Or le myocarde répond par une systole complète à une excitation unique. En excitant, *in situ*, un cœur d'un chien arrêté par excitation de X par un choc, on a une pulsation complète partant de l'endroit excité.

Ces faits s'expliquent facilement, dit l'auteur, si l'on considère que l'excitant normal de la contraction qui traduit son action par des phénomènes électriques naît dans les différentes parties du cœur pour agir sur les éléments musculaires de la façon qu'il décrit dans cette Note en s'appuyant sur ses recherches électrocardiographiques.

PHARMACODYNAMIE. — *Fernand Mercier* (prés. par M. A. Desgrez). — **Influence de la spartéine sur l'action cardiaque de l'adrénaline : syncope *adrénalino-spartéinique*.**

Chez le chien spartéiné (plus de 0 gr. 02 par kilogr.), l'injection intraveineuse de 5/100 de milligramme d'adrénaline peut provoquer une syncope cardiaque définitive.

Cette syncope adrénalino-spartéinique, qui survient chez 50 pour 100 des animaux expérimentés, est d'origine périphérique et semble due, comme la syncope adrénalino-chloroformique, à une sensibilisation du muscle cardiaque à l'action toxique de l'adrénaline.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *A. Vila* et *R. Ancelle* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Différenciation des protéides du sérum sanguin.**

Le dosage du soufre apporte un renseignement commode pour la définition des fractions de la séparation des protéides. Il permet de suivre la purification des deux protéides principaux du sérum et de les différencier de leurs complexes à teneur en soufre intermédiaire.

Par la méthode à l'acétone, un de ces complexes a été séparé en sérum-albumine et sérum-globuline à teneurs en soufre très différentes; ce complexe peut donc être considéré comme formé par l'association des deux protéides, stabilisés par les bases alcalines et alcalino-terreuses, qu'il suffit d'éliminer en partie pour permettre la scission signalée.

ZOOLOGIE. — *Mme Heldt* (prés. par M. L. Joubin). — **Les Copépodes du lac de Tunis.**

Les Copépodes de la partie nord du lac de Tunis, très peu abondants dans le plancton, s'y trouvent représentés surtout par des espèces de petite taille particulièrement eurythermes et enryhalines et où les formes de fond dominent.

Les Calanoïdes y sont rares, sauf *Acartia* qui se rencontre à peu près toute l'année en nombre relativement important dans certaines pêches. *Cyclopina* et *Oithona*, parmi les Cyclopoïdes, font également partie de la faune normale du lac, car on les y trouve en toutes saisons. Mais ce sont surtout les Harpacticoïdes qui constituent la dominante de la population copépodique du lac de Tunis, tant par la variété des espèces que par le nombre des individus.

PHYSIOTHÉRAPIE. — *P. I. Mezernitzky* (prés. par M. d'Arsonval). — **Une nouvelle méthode de dosimétrie des bains de soleil.**

A l'aide de l'actinomètre de Michelson, qui se trouve exposé au soleil, on calcule le nombre de calories tombant sur 1 cm.^{3} d'une surface perpendiculaire au sol. Cette valeur est fonction de la transparence de l'air et de la hauteur du soleil, celle-ci augmentant jusqu'à midi-1 heure, avec des variations de 0 cal. 6 à 1 cal. 36, puis diminuant graduellement. Les déterminations étaient poursuivies pendant 5 minutes, puis une moyenne des 5 mesures était prise.

HYGIÈNE. — *Paternot, Maillet* et *Rehm* (prés. par M. d'Arsonval). — **Ventouse automatique pour la ventilation naturelle permanente.**

Les auteurs ont réalisé un appareil, simple, appelé Renovair, qui règle automatiquement l'ouverture des bouches d'air et autres orifices de ventilation, en fonction de la température de l'ambiance dans le voisinage de l'appareil.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Henneguy a été élu Vice-Président pour l'année 1928.

M. Louis Roy a été élu Correspondant pour la Section de Mécanique.

M. Th. William Richards a été élu Correspondant pour la Section de Chimie.

MM. Ch. Moureu et Marcel Brillouin ont été réélus membres du Conseil d'administration de la *Fondation Edmond de Rothschild.*

Prix Nobel. — La remise des Prix Nobel a eu lieu le 11 décembre, jour anniversaire de la mort du donateur.

Pour les sciences :

Prix de Chimie pour 1927 : les Professeurs Compton (Chiago) et Wilson (Cambridge).

Prix de Médecine pour 1926 : M. Fibiger (Copenhague) ; pour 1927 : Wagner von Jauregg (Vienne).

Société Royale pour la Protection des oiseaux. — La Société offre un prix de 100 livres sterling pour l'invention d'un appareil portatif permettant de déceler les petites quantités d'oxyde de carbone dans les mines, appareil pouvant remplacer les petits oiseaux qui forment actuellment une partie de d'équipement des brigades de surveillance.

Pour tous renseignements s'adresser au Secrétaire de The Royal Society for the Protection of Birds, 82 Victoria street, London S. W. auquel les projets devront être adressés avant le 31 mars 1928.

Une Ecole en verre. — La lumière étant, d'après la théorie actuelle, le moyen le plus efficace pour combattre la tuberculose infantile, on construit en ce moment à Berlin, un école qui sera entièrement en verre, à l'exception des poutres. Cette école sera inaugurée en 1929.

Vie scientifique universitaire

Conseil supérieur de l'Instruction publique. — Voici les résultats des élections qui viennent de prendre fin :

Institut : MM. Bergson, Cagnat, Picard, Widor, Leroy ;

Collège de France : MM. Croiset et d'Arsonval ;

Muséum de Paris : M. Lacroix ;

Facultés de Droit (13) : MM. Capitant et Beudan ;

Facultés de Médecine (3) et Facultés mixtes (3) : MM. Roger et Sigalas ;

Facultés des Sciences (15) ; MM. Petit et Kœnigs ;

Faculté des Lettres (15) : MM. Delacroix et Audollent ;

Ecole des Chartes : M. Prou ;

Ecole des Langues orientales : M. Paul Boyer ;

Ecole Polytechnique : M. Eydoux ;

Ecole des Beaux-Arts : M. Hourticq ;

Lycées (Agrégés) : MM. Suran (grammaire), Fedel (lettres), Beaulavon (philosophie), Busson (histoire), Brizard (sciences physiques ou naturelles), Rancès (langues vivantes), Chastin (enseignement secondaire spécial) ;

Collèges (Licenciés ès sciences) : M. Gimbert ; Licenciés ès-lettres) : M. Clavière.

Académies (17) (Enseignement primaire) : MM. Bontoux, Guy, Levasseur, Riquet ; Mmes Levesque et Pichorel.

Alsace-Lorraine (cadre spécial) : M. Paulin.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Les thèses suivantes pour le doctorat ès-sciences ont été soutenues à la Sorbonne :

13 décembre. — M. Labarre : « Contribution à l'étude de la manno-cellulose.

15 décembre. — M. Elion : « *Recherches sur le rôle du phosphore dans la vie de la levure et dans la fermentation alcoolique.* »

16 décembre. — M. Delaunay : « *Recherches biochimiques sur l'excrétion azotée des invertébrés.* »

17 décembre. — M. Daguin : « *Contribution à l'étude géologique de la région prérifaine (Maroc occidental)* ».

— M. Lanson, ancien Directeur de l'Ecole normale supérieure est nommé Directeur honoraire.

— La chaire de théorie des groupes et calculs de variations est transformée en Chaire de théorie des fonctions et théorie des transformations. M. Vessiot est nommé titulaire de la Chaire transformée.

Muséum national d'Histoire naturelle. — La Chaire d'anthropologie est déclarée vacante. Un délai de vingt jours, à dater du 10 décembre, est accordé aux candidats pour produire leurs titres.

Ecole nationale supérieure de céramique de Sèvres. — Le nouveau Règlement vient de paraître (*Journ. offic.* du 12 décembre 1927, p. 12506). Il comprend les dispositions générales, le mode et les conditions d'admission des élèves, l'enseignement, le personnel de l'Ecole, les conseils, régimes disciplinaires des élèves et inspection et des dispositions diverses.

L'enseignement donné à l'Ecole est théorique et pratique.

L'enseignement théorique comprend :

1° Des compléments de mathématiques, algèbre, trigonométrie, géométrie descriptive ;

2° Des compléments de mécanique et des notions élémentaires sur la résistance des matériaux, l'emploi des formulaires ;

3° La chimie et la technologie céramique ;

4° Des compléments de physique générale ;

5° L'électricité industrielle ;

6° La construction civile et les éléments du métré ;

7° Le dessin industriel appliqué aux industries de la céramique ;

8° La technologie appliquée (projets) ;

9° Des éléments de géologie et de minéralogie ;

10° La comptabilité industrielle et l'établissement des prix de revient ;

11° L'hygiène industrielle ;

12° La législation ouvrière ;

13° Le dessin d'imitation ;

14° L'histoire des styles et de la céramique.

L'enseignement pratique est donné dans les laboratoires et ateliers spéciaux, ainsi que dans les ateliers de la Manufacture de Sèvres. Il comprend :

1° Des travaux de laboratoire, essais, analyses se rapportant aux industries de la céramique ;

2° Des travaux d'atelier : tonnage, moulage, coulage, garnissage, réparation (plâtre de terre en pâte) ;

3° L'étude des procédés céramiques de décor : émaux, couleurs, impression, gravure, etc.

Université de Lille. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — La chaire d'Histologie est déclarée vacante. Un délai de vingt jours à dater du 13 décembre est accordé aux candidats pour faire valoir leurs titres.

— M. Debierre est nommé Professeur honoraire.

Université de Bordeaux. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — M. Villemin, Agrégé, est nommé Professeur d'anatomie, en remplacement de M. Picqué.

M. Pelges, Agrégé, est nommé Professeur de clinique des

maladies syphilitiques et cutanées, en remplacement de M. Dubreuilh.

M. Teulières, Agrégé, est nommé Professeur de clinique ophtalmologique, en remplacement de M. Lagrange.

MM. Dubreuilh et Lagrange sont nommés Professeurs honoraires.

Université de Lyon. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — M. Favre, Agrégé, est nommé Professeur d'anatomie pathologique, en remplacement de M. Paviot.

M. Froment, Agrégé, est nommé Professeur de pathologie interne, en remplacement de M. Collet.

Université de Toulouse. — *Faculté des Sciences.* — M. Dop, Chef des travaux de botanique est nommé Professeur de botanique, en remplacement de M. Nicolas.

Université de Besançon. — *Faculté des Sciences.* — M. Andrade est nommé Professeur honoraire.

Université de Strasbourg. — *Faculté de Médecine.* — MM. Aron, Bellocq, Fontes, Géry et Schwartz. Chargés de Cours sont nommés Professeurs sans chaire.

Columbia University de New-York. — Le nombre des étudiants inscrits pour l'année scolaire 1927-28 est de 32.244, appartenant à tous les enseignements rattachés à l'Université. Sur ce chiffre il y a 300 orientaux, parmi lesquels on compte 150 Chinois et 45 Japonais.

Columbia University est la plus importante des Universités de New-York.

Université de Nottingham. — Cette nouvelle Université, édifiée grâce à un don de Sir Jesse Boot, s'ouvrira en juillet prochain.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

La Théorie de la Lune, par H. Andoyer, *Membre de l'Institut. Collection Scientia*, n° 17. In-8° de 86 pages, Paris, Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 5 fr. 60.

La théorie de la Lune est l'un des chapitres les plus importants, mais les plus ardus de la Mécanique céleste; même réduit à trois corps, Terre, Lune, Soleil, le problème est déjà des plus complexes, en raison de la grandeur de la masse du Soleil, comparée à celle de la Terre; aussi les méthodes qui se montrent si fructueuses dans le cas des Planètes ne sauraient être appliquées actuellement. Par ses beaux travaux personnels, M. Andoyer était tout particulièrement qualifié pour développer ce sujet difficile; l'exposé étendu qu'il lui a consacré dans sa *Mécanique céleste* restera longtemps classique. Mais l'opuscule actuel de la Collection Scientia ne pouvait renfermer de longs développements; le cadre même imposé par la publication permettait-il de donner un simple aperçu de la question? Il suffit de parcourir l'ouvrage pour constater que l'Auteur a résolu cette autre difficulté de la manière la plus heureuse. Calcul effectif des principales inégalités solaires, formation et détermination effective des inégalités secondaires, influence des variations séculaires des éléments solaires, tous les aspects de la théorie sont esquissés. L'édition actuelle ne saurait être considérée, d'ailleurs comme une réimpression de la première : des modifications profondes ont été apportées à l'édition de 1902; elles harmonisent l'exposé avec les travaux les plus récents.

René Gaunier.

Cours de physique, par J. Lemoine et J. Guyot. Tome III. *Magnétisme, Electricité.* In-8° de 362 pages avec 308 figures. Vuibert, éditeur, Paris.

Signalons à nos lecteurs l'excellent cours de physique de MM. Lemoine et Guyot consacré à l'électricité. Ce livre est destiné aux élèves de mathématiques spéciales et rédigé conformément à leur programme. Mais il intéressera tous ceux qui, ayant déjà des notions sur la science électrique, désirent approfondir leurs connaissances.

A. Bc.

Séismes et Sismographes, par H. Bouasse. (*Bibliothèque scientifique de l'Ingénieur et du physicien*). In-8° de 396 pages avec 125 figures. Delagrave, éditeur, Paris 1927. — Prix : 60 francs.

La sismologie, ou science des tremblements de terre, peut être envisagée de bien des points de vue. Les problèmes les plus intéressants sont ceux que pose la recherche de l'épicentre et l'étude de la transmission. Le physicien s'intéresse particulièrement aux vibrations du sol et aux rayons sismiques, c'est-à-dire à la propagation des ébranlements. Ce sont donc ces questions qui ont retenu plus particulièrement l'attention de M. Bouasse, encore qu'il ait réuni, dans son ouvrage, tous les renseignements d'ordre descriptif et même les notions de géologie nécessaires pour éclairer le lecteur.

L'ouvrage débute par l'étude des ondes que transmet un milieu isotrope indéfini et des lois relatives à la réflexion de ces ondes à la surface de séparation de deux milieux. Viennent ensuite la description des appareils enregistreurs, ou sismographes, et l'interprétation des sismogrammes, qui permet de localiser les épicentres par comparaison des enregistrements obtenus en divers observatoires. Un chapitre est consacré à l'exposé des hypothèses sur les vitesses à l'intérieur de la Terre et à sa surface, qui permettent d'interpréter les résultats des observations (théorie des rayons sismiques), un autre à l'exposé des théories de la croûte, qui expliquent la production des séismes. L'ouvrage se termine par quelques notions de géologie.

Le livre de M. Bouasse sera particulièrement apprécié en France où l'on ne possédait aucun exposé d'ensemble sur les séismes.

A. Bc.

Monographie des cestodes de la famille Anoplocephalidæ, par J. G. Baer. Bull. biol. France et Belgique, suppl. X, 1927. 243 pages avec 43 figures et IV planches, Presses Universitaires de France. Paris. — Prix : 60 francs.

Dans sa préface, l'auteur présente cette monographie comme un travail destiné spécialement aux médecins, vétérinaires et biologistes qui sont appelés à étudier des cestodes appartenant à la famille des Anoplocephalidæ.

Les anoplocéphales forment, en effet, un des groupes les plus fréquemment rencontrés par les helminthologistes. On connait une espèce : *Bertiella studeri* (R. Blanchard), vivant chez les singes en Asie méridionale et en Afrique tropicale; elle a déjà été signalée chez l'homme à l'île Maurice et dans l'Inde; il faut s'attendre à la rencontrer dans l'espèce humaine partout où elle existe chez les singes. Les animaux domestiques hébergent très fréquemment des Anoplocéphales, notamment les ruminants. Ce sont surtout les agneaux qui paraissent souffrir de ce parasitime, on en a signalé des épidémies en Angleterre, en Afrique, etc. Elles se manifestent par les symptômes habituels aux helminthiases intestinales : entérite, attaques épileptiformes, anémie et cachexie. Un autre anoplocéphale : *Stilesia hepatica* Woelf, existant en

Afrique australe chez les moutons et les chèvres, est logé dans les canalicules biliaires du foie et provoque de l'adénome et de la sclérose.

D'autre part, l'étude des anocéphalidés offre au biologiste des problèmes extrêmement intéressants à résoudre. Ces cestodes paraissent phylogénétiquement former un des plus anciens groupes de Cyclophyllidés; on en connait des représentants chez de nombreux vertébrés : *Sauriens* et *Ophidiens* pour les reptiles (13 espèces). *Rhéiformes*, *Galliformes*, *Colombiformes*, *Anséri formes*, *Psittaciformes*, *Coraciiformes*, pour les oiseaux (17 espèces), et, pour les mammifères, tous les ordres, excepté les *Cétacés*, *Carnivores* et *Chéiroptères* (84 espèces). De ces 114 espèces, on ne connait pas un seul cycle évolutif; tout au plus, une expérience, malheureusement inachevée, du A. Railliet, permettrait de penser qu'*Aporina delafondi* (Rail.) du pigeon et de la tourterelle, évolue peut-être chez *Limax agrestis*. Les très nombreuses recherches faites dans le but d'élucider l'évolution de ces cestodes si nombreux et si fréquents sont jusqu'à présent restées vaines.

La monographie de J.-C. Baer a été faite en examinant un grand nombre d'échantillons (soit 94), dont beaucoup sont les types mêmes décrits par leurs auteurs, et empruntés à divers musées zoologiques. Il est résulté de ce travail critique une réduction sensible du nombre des genres et des espèces dont un certain nombre inconsidérément décrits avec des matériaux insuffisants, ont été supprimés et sont tombés en synonymie. Dans une première partie, l'auteur expose des généralités zooligiques sur la famille des *Anoplocéphalidæ*, donne en trois langues (français, anglais, allemand), la terminologie des auteurs et indique une technique simple pour l'étude, assez spéciale, des cestodes. Puis vient la description de toutes les espèces, avec, pour chacune, la synonymie, la diagnose, la répartition géographique, les hôtes parasités, l'indication bibliographique des ouvrages se rapportant à cette espèce et la figurant. A la fin de chaque genre, se trouve un tableau résumant les caractères principaux des espèces qu'il contient.

Il existe d'ailleurs, à la fin de l'ouvrage, une clé dichotomique permettant d'arriver jusqu'à l'espèce.

Des considérations anatomiques et biologiques, basées à la fois sur la structure de ces cestodes et la place qu'occupent leurs hôtes dans la classification, permettent à l'auteur d'intéressantes hypothèses phylogénétiques, résumées en un arbre généalogique des *Anoplocephalidæ* et des familles voisines.

Vient ensuite l'énumération des vertébrés, classés par ordre zoologique, hôtes d'Anoplocéphales, avec, pour chacun d'eux, la liste de ces derniers. Enfin la monographie se termine par un index de toutes les espèces décrites et de leurs synonymes.

J.-G. Baer a eu le très grand mérite de présenter sous une forme claire l'histoire d'une des familles les plus compliquées parmi les cestodes. Grâce à cette monographie, les diagnoses d'anoplocéphales, considérées jusqu'à présent comme l'apanage de quelques rares spécialistes, pourront être menées à bien par des biologistes ou des vétérinaires n'ayant pas étudié particulièrement ces vers.

Cet ouvrage, qui représente une très grosse somme de travail, fait le plus grand honneur à l'auteur et à son ancien maître, le professeur O. Fuhrmann de Neuchâtel, dans le laboratoire duquel il a été composé.

CH. JOYEUX.

British Spiders; their haunts and habits, par Théodore H. SAVORY. In-8° de 180 pages, avec 34 figures dans le texte. Oxford, 1926, Clarendon Press.

Ce petit volume sur les Araignées d'Angleterre est conçu dans un sens populaire, et destiné à la diffusion de connaissances très simples sur ces animaux: Il comprend deux parties, l'une donne quelques notions sur les mœurs et l'anatomie, la seconde traite de la classification et passe en revue les différents types d'Araignées. Pour cette partie systématique, l'ordre naturel n'est pas suivi, chaque chapitre a pour titre un nom vulgaire : les Araignées-loups, les Araignées-crabes, etc., ce qui, à mon avis, est critiquable. Par exemple le nom d'Araignées domestiques est réservé à la famille des Agélémides, or, il n'y a que deux Tégénaires qui soient domestiques et, par contre, un bien plus grand nombre d'espèces d'autres familles qui vivent dans les maisons; je ne vois pas, non plus, pourquoi le nom d'Araignées naines (Spider-awargs) est appliqué aux Linyphiides, alors que de tout aussi petites espèces se rencontrent dans presque toutes les familles. Sous ces réserves, ce livre peut rendre quelques services.

BERLAND.

La tuberculose, par le Dr E.-V. RIST. (*Collection Armand Colin*). In-16 de 350 pages avec 25 figures. Colin, éditeur, Paris.

Pour arriver à acquérir une représentation de plus en plus rapprochée de ce qu'est réellement la tuberculose, il a fallu un long et difficile effort réparti surtout sur les trois ou quatre dernières générations de chercheurs. Ceux-ci, parmi lesquels il convient de citer surtout les noms de Laënnec, de Villemin, de Chauveau, de Koch ont dû posséder non seulement une grande clarté d'esprit, une ingéniosité remarquable, une intuition pénétrante, mais encore avoir le courage nécessaire pour affronter les luttes les plus âpres pour faire triompher leurs idées sur l'erreur du dehors sans cesse renaissante. La lecture de ces luttes dans le livre du Dr Rist est des plus attrayantes, et, elle nous remplit d'admiration pour ces chercheurs qui tous ont été inspirés surtout par la passion du vrai.

Il semble que le Dr Rist doute que les recherches ayant pour but le traitement aient été inspirées par le même idéal; peut-être, son jugement est-il trop sévère pour certains; mais, nous devons convenir que la réussite n'a complètement couronné aucune tentative. Cependant, s'il est douloureux de penser que la tuberculose tue encore 90.000 Français par an, il est consolant de savoir que, à l'heure actuelle, les rayons X permettent de poser un diagnostic plus précis et que le pneumothorax artificiel et la cure sanatoriale, judicieusement appliqués, ne sont pas des armes négligeables.

Ne pouvant pas guérir la tuberculose, peut-on arriver à tarir les sources d'où dérive l'infection? Pour y arriver il faudrait réunir les efforts des Pouvoir publics, la bonne volonté des malades et de leur entourage, la patience inlassable et la foi des médecins; cette collaboration difficile a été longtemps infructueuse: elle semble entrée dans une ère nouvelle depuis la création des infirmières-visiteuses que le Dr Rist salue en ces termes : « Dans les annales de la lutte anti-tuberculeuse, il n'est peut-être pas, depuis la démonstration de la contagiosité du mal, de date plus importante que celle de la création des infirmières-visiteuses. »

Dr J. PRIVAT.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Imp. P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

TABLES DES MATIÈRES

ANNÉE 1927

I. — TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS (Articles, Notes et Actualités)

A

ABADIE : Télévision, 211. — Méthode résolvant les problèmes de maximum dans le calcul des réseaux, 692.
ABADIE : T.S.F. 145, 210, 693, 726, 753.
ABELOOS : Le cytochrome, pigment respiratoire universel, 243. — Régénération et différenciation, d'après E. Guyénot, 603.
ANTHONY : Enseignement universitaire et Enseignement supra-universitaire, 161.

B

BACCIALON : Point de vue sur l'interprétation de l'action du milieu sur les êtres organisés, 678.
BAILLAUD : L'Observatoire de Paris et les Observatoires français, 257, 293.
BASSO : L'évolution récente du paquebot rapide, 653.
BERLAND : Le venin des araignées, 267.
BERNARD : L'œuvre de Villemin, 741.
BERTHELOT (Dr) : Nouvelles données sur la vaccination préventive des enfants nouveau-nés contre la tuberculose, par le B.C.G., 404.
BOCCARDI : Au sujet des statistiques et des di grammes, 566.
BOISCHOT : Les échanges de bases dans la terre arable, 302. — Gustave André, 439.
BLOCH (Eugène) : Conductibilité électrique et autres formes de la décharge dans les gaz, 321.
BOREL : Les lois physiques et les probabilités, 225. — Une merveille naturelle, l'Aven Armand, 371.
BOULIGAND : Aperçus intuitifs sur les mathématiques usuelles, 132. — Sur l'évolution des idées géométriques, 586.
BOURDELLE : La chaire de Mammologie et d'Ornithologie au Muséum national d'Histoire naturelle, 578.
BOUTARIC : Daniel Berthelot, 353. — Sur l'utilisation de l'énergie thermique des mers, 519.
BRÉGUET (L.) : De l'essor des Avions, 357.
CABANÈS : Une heure avec les sorciers, 228.

C

CAU : Alessandro Volta et son temps, 481.
CAULLERY : L'Histoire des fourmis, de Réaumur, 65. — Autour de deux Congrès biologiques internationaux : zoologie, génétique, 646.
COUPIN : L'origine des primates, 136.
COURNOT : De l'influence de la température sur les propriétés des alliages, 589.

D

DARMOIS : L'éclairage par les gaz lumineux, 450. — Couleur et éclairage, 736.
DAUVILLIER : Le système spectral des Rayons Rontgen et la structure atomique. 705.
DE BUEN : Le Détroit de Gibraltar, 716.
DEVAUX : Pourquoi les vertébrés supérieurs sont des arriérés psychiques, 36.
DIDIÉE (Dr Jean) : Tuberculose pulmonaire, son traitement par le pneumothorax artificiel, 440. — Arthritisme et état colloïdal, 662.
DIDIÉE et MANGE : L'actinisme en cinématographie, 682.
DUPONT-FERRIER : La Sorbonne de Robert Sorbon et la Sorbonne de Richelieu, 385.

F

FRANCHET : Le fenu grec, 52. — L.-P. Manouvrier, 211. — Le prétendu four crématoire de Glozel, 747.

G

GARNIER : Le Mois mathématique à l'Académie des sciences, 49, 113, 175, 239, 306, 368, 437, 532, 565, 629, 692, 752.
GESLIN : Les potentiels d'ionisation et les propriétés chimiques des éléments, 33.
GLEY : La question des rapports nerveux et les glandes sexuelles, 289.
GRARD : Le siècle de l'aluminium, 4, 41.
GREENWOOD : La géométrie d'Einstein est-elle plus intuitive que celle d'Euclide ? 79.

H

HAUTEFEUILLE : Sélection des semences, 567. — L'application des sciences à l'agriculture, 633.
HÉRUBEL : Voir QUIDOR.

J

JAVILLIER : Quelle quantité de farine panifiable devons-nous retirer du blé ? 12.
JOLEAUD : La genèse des gisements de potasse d'après les conditions géologiques du lac Assal (Somalie française, 274. — Découvertes de mammifères euthériens dans le crétacé, 471.
KEMAL EL DINE HUSSEIN (Prince) et FRANCHET : Les dépôts de jarres du désert de Lybie, 596.

L

LAMOUCHE : L'énigme de la Science moderne et sa clef, 1, 424.

M

MACROU : La symbiose, 325.
MARCOTTE : Les progrès des moteurs à combustion, 74. — La traversée aérienne de l'Atlantique et l'évolution des moteurs d'aéronautique, 463. — La construction des phares et balises en mer, 180. — Nouveau barrage en voûtes minces, 405. — La stroboscopie et ses applications. 473.
MATIGNON : Jean-Baptiste Dumas, 417.
MOUREU : L'œuvre scientifique de Marcelin Berthelot, 642.

N

NODON : Les nouvelles radiations ultrapénétrantes et la cellule vitale, 609.
NOTTIN : Technologie de la féculerie, 363.

P

PETIT : La pisciculture à Madagascar, 545.
POIRIER : L'action physiologique et la thérapeutique dans la guerre des gaz de combat, 625.

Q

QUEUILLE : L'intensification de la production agricole, 129.
QUIDOR et HÉRUBEL : Les perceptions visuelles, 514.

R

RIBAUD : Le domaine actuel de la Pyrométrie, 193.
RIGOTARD (Laurent) : L'industrie des pépins de raisin, 147.
ROUCH : Les routes maritimes, 398. — Aplatissement de la Terre dans les régions polaires, 339. — Phénomènes optiques de l'atmosphère dans les régions polaires, 725.

S

SAINT-YVES : Les Mers pétrolifères : Mer Sarmatique, Mer Persique, 524.

T

TILHO : Devons-nous sauver le lac Tchad, 454, 487.
TROUVELOT : La nouvelle organisation de la recherche et de l'enseignement supérieur en Hollande, 334.

V

VALLAUX : Les sondages par l'écho et leurs applications à la géographie des mers, 617.

VAN AUBEL : La Tectonique du granite, 394.
VARIOT : La prélocomotion chez le jeune enfant avant la marche bipède, 70, 109.
VÉRONNET : Notre univers et son évolution, 673.

W

WÉRY : L'Enseignement agricole en France, 201.

II. — TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

(Articles, Notes et Actualités, Académie des Sciences, Nouvelles, Vie scientifique et universitaire)

A

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS : Comptes rendus des séances : (6 décembre 1926), 26; (26 et 27 décembre 1926), 55; (4, 10 et 17 janvier 1927). 84; (24 et 31 janvier), 119; (7 et 14 février), 148; (21 et 28 février), 183; (7 et 14 mars), 213; (21 et 28 mars). 245; (4, 11 et 20 avril), 276; (25 avril, 2 mai), 313; (9 et 16 mai), 342; (23 et 30 mai), 374; (7 et 13 juin), 406; (20 et 27 juin), 441; (4 et 11 juillet), 475; (11, suite, 18 et 23 juillet), 501; (1er et 8 août), 536; (17 et 22 août), 568; (29 août et 5 septembre), 605; (12 et 20 septembre), 635; (26 septembre, 3 et 10 octobre), 662; (17 et 24 octobre) 696; (31 octobre et 7 novembre), 730; (14 et 21 novembre), 754.
ACCUMULATEURS, 601.
ACRODYNIE (L') de l'enfance, 51.
ACTINISME en Cinématographie, 682.
ACTION de la pureté de l'oxygène sur la coupe à l'oxy-acétylène, 55. — fertilisante du silicate de magnésium, 147.
ALLIAGES de cuivre et nickel, 475. — Aliage léger Lantal, 729.
ALUMINIUM (Le siècle de l'), 4, 41.
ANDRÉ (Gustave), 439.
APERÇUS intuitifs sur les Mathématiques usuelles, 132.
APPLICATION des Sciences à l'agriculture, 633.
ARTHRITISME et état colloïdal, 662.
ATMOSPHÈRE (Accidents optiques), 498.
AURORES BORÉALES (Les observations de M. Carl Stormer sur les), 117.
AVEN ARMAND, 371.
AVIONS (De l'essor des), 357.

B

BALLONS en métal, 373.
BARRAGES en voûtes minces, 405.
BERTHELOT (Daniel), 353. — Berthelot (Marcelin), 642.
BLÉ (Exposition du) à Rome, 729.
BRONZE, 312.

C

CADRE (Réception par), 311.
CARBURANTS synthétiques, 118.
CAPRIER (Culture du) au Maroc, 84.
CHAIRE (La) de Mammologie et d'Ornithologie au Muséum national, 578.
CHALEURS spécifiques aux basses températures, 177.
CHARBON, 500, 534.
CHARLES HENRY et l'application des mathématiques à la biologie, 97.
CHAULMOOGRA et autres graines utilisables contre la lèpre, 179.
CHIMIE ORGANIQUE (Applications), 370.
CHIMIE des solides, 178.
CHOLESTÉRINE (Action des rayons X), 275.
COUCHE D'HEAVISIDE (Au sujet de la) : pouvons-nous communiquer avec Mars, 145.
COMÈTES, 307.
CONDUCTIBILITÉ électrique des gaz, étincelles électriques et autres formes de la décharge dans les gaz, 321.
CONGRÈS BIOLOGIQUES (Autour de deux) internationaux, 646.
CONSTRUCTIONS navales, 424.
CORYZA (Traitement), 695.
COURANTS de haute fréquence utilisés en T.S.F., 242.
CRISTALLISATION (La) imparfaite des substances usuelles. 23.
CRISTAUX, 309.
CYTOCHROME pigment respiratoire universel, 243.

D

DÉCHARGES électriques provenant des chaudières, 213.
DÉFECTOSCOPE magnétique pour rails. 535.
DÉPÔT ÉLECTROLYTIQUE, 475.
DÉROCHEMENT (Le) des terres cultivables à l'aide d'explosifs, 26.
DÉTERMINISME de la croissance, 727.
DIAGRAMMES (Statistiques et), 566.
DIATHERMIE dans le traitement des affections pulmonaires, 631. — Dans le traitement du coryza aigu, 695.
DIFFÉRENCIATION, Voir RÉGÉNÉRATION.
DUMAS (Jean-Baptiste), 417.

E

ECHANGES (Les) de bases dans la terre arable, 302.
ECLAIRAGE (L') par les gaz lumineux, 450.
ECLIPSE de soleil du 29 juin 1927, 368.
ECONOMIES réalisées par le chauffage préalable, 54.
EFFET Compton, 210.
ELECTRON, 114, 308, 311.
ENERGIE thermique des mers (Utilisation de l'), 519.
ENIGME (L') de la Science moderne et sa clef, 1.
ENSEIGNEMENT universitaire et enseignement supra-universitaire, 161. — Enseignement agricole en France, 201. — Enseignement supérieur en Hollande, 334.
ETAIN au Mexique, 244.
EUTHÉRIENS, 471.
EXPLORATION (L') scientifique de l'Empire britannique, 52.

F

FARINE panifiable, 12.
FÉCULERIE (Technologie de la), 363.
FENU GREC (Le), 52.
FEUILLES métalliques translucides, 276.
FILICINE (Emploi de la) comme antihelminthique chez l'homme, 118.
FOURMIS (L'Histoire des) de Réaumur, 65.

G

GIBRALTAR (Le détroit de), 716.
HÉMOLYSE streptococcique, 753.
MARS (Température de la planète), 723.
FRÉQUENCES utilisées en T.S.F., 272. — Production simultanée d'une fréquence, 753.
GALVANOMÈTRE (Un) très sensible à valve électronique, 80.
GAZ DE COMBAT (Action physiologique et la thérapeutique dans la guerre des). 625.
GAZ D'ÉCHAPPEMENT des automobiles, 341
GÉOMÉTRIE d'Einstein (La) est-elle plus intuitive que celle d'Euclide ? 79.
GLUCIDES (Nomenclature), 603.
GLUCINIUM, 632.
GOUDRON de houille (Présence du mercure dans le), 695.
GRANITE (La Tectonique du), 394.

H

HUILE (Action apaisante sur la mer), 603.
HUILE de foie de morue (Emploi), 695.
HUILES de graissage, 83.
HUILE de palme (Industrie de l'), 25.
HYDROGÈNE (La conversion de l') en hélium, 145.
IDÉES GÉOMÉTRIQUES (Sur l'évolution des), 586.
INFLUENCE (De l') de la température sur les propriétés des alliages, 589.
INSTALLATIONS électriques dans la Nouvelle Zélande, 372.
Institut National agronomique, 81.
INTERPRÉTATION de l'action du milieu sur les êtres organisés, 678.
Ions gazeux, 630.
ISOLANTS utilisés en électrotechnique, 632.

J

JARRES du désert de Lybie, 596.

K

KAKI, 179.

L

LAMPES et valves (Fabrication), 500.
LOIS (Les) physiques et les probabilités, 225.

Lune (L'effet de la) sur les réceptions radioélectriques, 51.

M

Mammifères Euthériens, 471.
Manganèse (Production et consommation), 342.
Manouvrier, 211.
Maroc Oriental (Mines du). 475.
Mercure (dans le goudron de houille), 695.
Mers pétrolifères (Les): Mer Sarmatique, Mer Persique, 524.
Métaux légers (Emploi), 633.
Mica (Halos du), 470.
Morts subites et taches solaires, 213.
Moteurs à combustion (Les progrès des), 74.

N

Nébuleuses (Structure), 338.
Nébulosité (La), générale du ciel, 50.
Nouveau procédé pour conserver intact le bois de mine, 146.
Nouvelle organisation (La) de la recherche et de l'Enseignement supérieur en Hollande. 334.
Nouvelles, 29, 61, 91, 124, 153, 189, 219, 251, 282, 317, 347, 380, 411, 447, 508, 539, 571, 607, 636, 668, 700, 733, 760.

O

Observatoire de Paris et les Observatoires français, 257, 293.
Ondes courtes, 438, 693.
Œuvre scientifique (L') de Marcelin Berthelot, 642.

P

Paquebot rapide (L'évolution récente du), 653.
Perceptions visuelles (Les), 514.
Péritonite tuberculeuse et rayons ultra-violets, 728.
Pétrole (Synthèse), 275.
Pétrole, 276, 341.
Pisciculture (La) à Madagascar, 545.
Phares (La construction des) et balises en mer, 180.
Phénomènes électroniques à la surface des métaux, 311.
Photocolorimètre, 724.
Piles et accumulateurs, 601.
Plante fourragère nouvelle en Australie, 213.
Pluie colorée du 30 octobre 1926, 272.
Pneumothorax, 440.
Poincaré (A propos d'une pensée d'Henri), 209.
Poisson (Emploi de la farine de), 695.
Porc (Elevage), 695.
Potasse (Gisements), 274.
Potentiels (Les) d'ionisation et les propriétés chimiques des éléments, 33.
Pourquoi mange-t-on si peu de poisson en France, 179.
Pouzzolanes (Pouvoir nitrifiant), 245.
Prélocomotion (La) chez le jeune enfant avant la marche bipède, 70, 109.
Primates (Origine), 136.
Problèmes non résolus du monde solaire, 177.
Production agricole (L'intensification de la). 129.
Propriétés magnétiques aux basses températures, 144.
Protection (Une) radioélectrique contre les cambrioleurs, 24.
Pyrométrie (Le domaine actuel de la), 193.

Q

Quanta (La théorie des) et les théories classiques de l'optique, 724.
Question (La) des rapports entre le système nerveux et les glandes sexuelles, 289.

R

Radiations (Les), des atomes, 22. — de la décharge, 403. — de courtes longueurs d'ondes, 499. — ultrapénétrantes, 609.
Radioactivité du potassium et du rubidium, 661.
Radiogoniométrie, 210.
Radiotéléphonie (de diffusion), 470. — (Communications), 601.
Raisin, 147, 245.
Rayons β de collision, 402. — Rayons Rontgen (Le système spectral des) et la structure atomique, 705.
Régénération et différenciation d'après Guyénot, 603.
Régions septentrionales (Les) de la République de Colombie, 100. — Phénomènes optiques de l'atmosphère dans les régions polaires, 725.
Réseaux (Calcul), 692.
Rigidité des solutions colloïdales, 694.
Roselle (*Hibiscus sœbdariffa*), 604.
Rotation (La vitesse de), de la Terre est-elle constante? 144.
Routes maritimes (Les), 398.

S

Safran (Culture), 535.
Sel en Pologne (Les dépôts de) et leur exploitation, 83.
Semences (Sélection), 567.
Sens de l'espace (Le mystérieux), 554.
Sérums thérapeutiques. 244.
Silicium (Le) du fer, 25.
Sondages (Les) par l'écho et leurs applications à la géographie des mers, 617.
Sorbonne (La) de Robert de Sorbon et la Sorbonne de Richelieu, 385.
Sorciers (Une heure avec les), 228.
Soudure électrique à l'arc dans la fonderie, 728.
Spectres stellaires (Interprétation thermodynamique), 403.
Spectrographes (Réseaux de verre dans les), 370.
Spirale (La), M-33 appartient-elle à notre Univers? 21.
Statistiques et diagrammes, 566.
Stroboscopie, 473.
Sulfate de soude dans la baie de Karabugas, 54.
Surfaces de séparation (Phénomènes physiques), 566.
Symbiose (La), 325.
Syndromes (Le) rachitique, 24.
Système spectral (Le) des rayons Rontgen et la structure atomique, 705.

T

Tchad (Devons-nous sauver le lac), 454, 487.
Télégraphie sans fil à travers l'Océan Atlantique, 501.
Téléphonie sans fil, 369.
Télévision, 211, 241.
Terre (Aplatissement de la) dans les régions polaires, 339.
Tramways en aluminium, 604.
Transmutation artificielle des éléments, 534.
Traversée aérienne (La) de l'Atlantique et l'évolution des moteurs d'aéronautique, 468.
T.S.F., 51, 145, 210, 242, 272, 310, 338, 499, 501, 693, 753.
Tuberculose, 404, 440.

V

Vaccination préventive contre la tuberculose par le BCG, 404.
Venin (Le) des araignées, 267.
Ver a soie du ricin, 213.
Verdunisation (La) des Eaux ou autojavellisation imperceptible, 167.
Verres d'optique en quartz fondu, 406.
Vertébrés supérieurs (Pourquoi les) sont-ils des arriérés psychiques. 36.
Vie scientifique universitaire. 31, 60, 91, 125, 154, 190, 220, 252, 283, 319, 347, 381, 412, 448, 509, 540, 571, 636, 668, 701, 733, 763.
Viscosité magnétique, 631.
Volta (Alessandro) et son temps, 481.

U

Univers (Notre) et son évolution, 673.

III. — TABLE ALPHABÉTIQUE (Chroniques bibliographiques).

A

Adler : Le tempérament nerveux, 639.
Amar : Organisation et hygiène sociales, 575.
Andoyer : Cours de mécanique céleste, t. I et II,, 62. — La théorie de la Lune, 762.
Angel : Reptiles et batraciens, 351.
Arber : Monocotyledons. A morphological study, 543.
Atwood : Marines structures. Their deterioration and preservation, 95.

B

Baer : Monographie des Cestodes de la famille des Anoplocephadæ, 762.
Baly : Spectroscopy, 671.
Barbillion et Berger : Les alternateurs industriels, 702.
Baud : Chimie industrielle, 512.
Becquerel : Cours de physique à l'usage des élèves de l'enseignement supérieur et des ingénieurs, 413. — L'art musical dans ses rapports avec la physique, 415.
Besson et Ehringer : La pratique de la désinfection, 575.
Bischoff : Biologie der Hymenopteren, Eine naturgeschichte der hautfluger, 672.
Blachère : La pêche et les poissons. Dictionnaire général des pêches, t. I, 255.
Blanc : Le chef mécanicien-électricien, 288.
Bocher : An introduction to the study of integral équations, 608.
Bodin : Contre Freud, 640.
Bois : Les plantes alimentaires chez tous les peuples et à travers les âges, 672.
Boll et Baud : Memento du chimiste, t. I, 608.
Boll et Canivet : Précis de chimie, 575.
Bouasse : Emission, Chaleur solaire, Eclairage, Théorie de l'émission, 285. — Acoustique générale, 286. — Propagation de la lumière. Théorie de la réflexion vitreuse et métallique, 414. — Optique cristalline. Polarisation rotatoire. Etats mésomorphes, 574. — Séismes et sismographes, 762. —
Boulanger : Dynamique des solides tournants. Phénomènes gyroscopiques, 541.
Bouligand et Rabaté : Initiation aux méthodes vectorielles et aux applications géométriques de l'Analyse, 62.
Bouvier : Le communisme chez les insectes, 351.
Bower . The ferns (Filicales), 703.
Bruhat : Cours de thermodynamique. 126.
Brunet : Les physiciens hollandais et la méthode expérimentale en France, 157.
Busco : L'origine et la fin des mondes. 254.

C

Campbell : Théorie quantique des spectres. La Relativité, 159. — La structure de l'atome, 222.
Carleman : Les fonctions quasi analytiques, 159.
Chevalier : Les maîtres de la pensée moderne, Bergson, 544.
Choisnard : La chaîne des harmonies ou la spirale dans la nature, 576.
Chwolson : Traité de physique, 287.
Claude : Air liquide . Oxygène. Lzote. Gaz rares, 415.
Cola : Dictionnaire de chimie des parfums, 95.
Constan : Cours d'Astronomie et de navigation à l'usage des marins, 63.
Copaux et Perperot : Chimie minérale, 702.
Cornubert : Généralités de chimie, 255.
Courtines : Où en est la physique, 637.
Courty : Cours de géologie et minéralogie, 256.
Crabtree : Le développement des films cinématographiques, 287.
Cresson : Les courants de la pensée philosophique française, 575.
Cuénot : L'Adaptation, 223.

D

David : Les filtres électriques, 127.
Delcambre : Cours de météorologie à l'usage des observateurs de l'Office national météorologique, 735.
Derrien : Chimie biologique médicale, 541.
Derulle : Les progrès de la fonderie, 158.
Dubreuil-Chambardel : Traité des variations du système artériel, 542.

E

Eddington : The internal constitution of the stars, 414.
Einstein : Quatre conférences sur la relativité, 286.
Ellis et Wells : The chemical action of ultra violet rays, 157.
Engler : Die naturlichen pflanzenfamilien. Tome VIII, Lichens, 543.
Espitallier : Cours raisonné et détaillé du bâtiment, 351.
Essertier : Les formes inférieures de l'explication, 703.
Eyraud : Les équations de la dynamique de l'éther, 350.

F

Flammarion : Annuaire astronomique et météorologique, 286.
Fontséré : Atlas elemental del nuvols, 255.
Ford : Aujourd'hui et demain, 158.
Forestier : L'énergie rayonnante, 320.
Fournier : Les moteurs, 128. — L'éclairage, 158.
François : Manipulations de chimie analytique appliquée, 638.
Friedel : Leçons de cristallographie, 608.

G

Gabeaud : Introduction mathématique aux sciences techniques de l'ingénieur, 288.
Gibbs : Principes élémentaires de mécanique statistique, 319.
Goblet d'Alviella : Histoire des bois et forêts de Belgique, 383.
Goblot : La logique des jugements de valeur. Théorie et applications, 704.
Goldberg (Dr) : La formation de l'image photographique, 287.
Gonseth : Les fondements des mathématiques, 253.
Gruninger : Electricité, 702.
Granier : Mesures électriques, 574.
Gutton : Radiotechnique générale, 64.

H

Hadamard et Mandelbrodjt : La série de Taylor et son prolongement analytique, 285.
Haudié : Radiotélégraphie et radiotéléphonie, 574.
Henry : Essai de généralisation de la théorie du rayonnement, 320.
Hevesy et Paneth : A manual of radioactivity, 735.
Höber : Physikalische chemie der zelle und der gewebe, 160.
Hobson : The theory of functions of a real variable and the theory of Fouriers series, 159.
Holmes : Life and evolution, 256.
Huguier : Aide-mémoire du vétérinaire, 640.

I

Institut de chimie Solvay : Structures et activité chimiques, 320.

J

Jeannet : Faune cavernicole de la France, 543.
Jickeli : Pathogenesis, 288.
Job : Les méthodes physiques appliquées à la chimie, 63.
Juvet : Sur une équation aux dérivées fonctionnelles partielles et sur une généralisation du théorème de Jacobs, 285.

K

Klutz : Calcul graphique des poutres contenues à section constante, 320.
Kuster : La coltura dei microrganismi. 288.

L

Lagrange : Leçons sur les séries d'interpolation, 511.
Laignel-Lavastine : Pathologie du sympathique, 128.
Lamé : Le vol vertical et la sustentation indépendante, 64.
Lapie : Pédagogie française, 351.
Lane (von) : La théorie de la relativité. 286.
Lebedef : La pression de la lumière. 222
Le Bon : L'évolution de la matière. 672.
Lecat : Coup d'œil sur la théorie des déterminants supérieurs dans son état actuel. 253. — Coup d'œil sur la théorie de la multiplication des déterminants d'ordre supérieur, 253.

LEJAY : Les perturbations orageuses du champ électrique et leur propagation à grande distance, 637.
LEMOINE et GUYOT : Précis de physique à l'usage des élèves de mathématiques spéciales, 287. — Cours de Physique, 762. —
LEVI-CIVITA et AMALDI : Lezioni de meccanica razionale, 253.
LIGGINSTON : Paratonnerres, 735.
LONEY : An elementary treatise on the dynamics of particle and of rigid bodies, 541.
LUCIANI : La Frêne à Manne. La Manne 703.
LYNCH : Science : Leading and misleading, 639.

M

MANNE SIEGBAHN : The spectroscopy of X-Rays, 63.
MARCOTTE : Les moteurs à explosion, 95.
MARTONNE (de) : Traité de géographie physique, 416.
MASSIGNON : Annuaire du monde musulman, statistique, historique, social et économique, 158.
MAUBLANC : Les champignons de France, t. I, 223.
MEMORIAL des Sciences mathématiques, fasc XIV et XVII, 284.
MESNY : Les ondes électriques courtes, 254.
METZGER : Les concepts scientifiques, 636. — Les doctrines chimiques en France du XVII^e à la fin du XVIII^e siècle, t. I, 638.
MEYERSON : Identité et réalité, 383.
MICHEL : Compléments de géométrie moderne, 285.
MILHAUD : La philosophie de Charles Renouvier, 544. — Etude sur Cournot, 637.
MILLIKAN : L'électron, 254.
MONDIEZ : Cours de physique industrielle, 736.
MONTANDON : Crâniologie paléosibérienne, 94.
MOREUX : Pour comprendre la physique moderne, 702.
MULLER : Cours de chimie physique, 287.
MYERS : The problem of physico-chemical periodicity, 480.

N

NICATI : Rabelais notre maître, 95.
NICEFORO et PITTARD : Considérations sur les rapports présumés entre le cancer et la race, 542.
NICOLLE : Eléments de microbiologie générale et d'immunologie, 512.
NIEWENGLOWSKI : Cours de géométrie analytique, t. IV, 415.
NÈGRE : La tourbe, 544.

O

OLLIVIER : Cours de physique générale, t. I, 383.
OTTENHEIMER : Balistique intérieure, 285
OU CHERCHER LE RÉEL, 640.

P

PASCAL : Synthèses et catalyses industrielles. Fabrications minérales, 95. — Explosifs, poudres, gaz de combat, 127.
PAUCHET et GAEHLINGER : La constipation, 544.
PELLAT : Les lois de l'écriture, 543.
PERROT : Quinquina et quinine, 223.
PETIT : Brasserie et Malterie, 159.
PERRIER : Mission du service géographique de l'armée pour la mesure d'un arc du méridien équatorial en Amérique du Sud, t. III, fasc. 7, 1^re partie, 32.
PHAFF : La recherche des constantes harmoniques, la prédiction de la marée et du courant et leur description à l'aide de ces constantes, 541.
PIERNET : Théorie générale sur les courants alternatifs, 287.
PIN MARITIME (Le) et la région landaise, 640.
POINCARÉ : Education, Science, Patrie, 640.
PONSINET : Principes de l'électrochimie, 448.
POTONNIÉE : Histoire de la découverte de la photographie, 127.

R

RABATÉ : Le Berry géologique, climatologique et économique, 160.
REY : Le retour éternel et la philosophie de la physique, 415.
RICHARD : Les automobiles sans pétrole. L'alcool d'industrie, 638.
RIDEAL : An introduction to surface chemistry, 638.
RIST : La Tuberculose, 763.
ROUPNEL : Siloë, 512.
RUEFF : Théorie des phénomènes monétaires.- Statique, 703.

S

SAINT-PRIX (de) : La conscience comme principe spirituel, 255.
SAVORY : British Spiders, 763.
SOULIER : Le relief de la Terre, 350.

T

TOUSSAINT : Comment l'agriculteur peut aider ses ouvriers, 96.
TURPAIN : Eléments de thermodynamique, 574.

U

UNGERER : Les horloges d'édifice, 288.

V

VLÈS : Cours sur la physico-chimie des pétroles, 638.

W

WALMSEY : An introductory course of mathematical analysis, 414.
WALSH : Photometry, 736.
WHEELER : Les Sociétés d'insectes : leur origine, leur évolution, 350.
VILMORIN-ANDRIEUX : Les plantes potagères, 320.
WOOG : Contribution à l'étude du graissage, 703.

Z

ZSIGMONDY : Traité de chimie colloïdale, 64.

IV. — ABBRÉVIATIONS

A. B. — Dr. A. Berthelot.
A. B. — A. Boutaric.
A.Drz. — Mme A. Bohn Drzewina.
Ed. M. — E. Marcotte.
E. P. — E. Poncelet.
G. B. — G. Bouligand.
J. B. — J. Baillaud.
J. Pr. — J. Privat.
L. Ft., L. F. — L. Franchet.
L. J. — L. Joleaud.
P. A. — P. Abadie.
P. G. — P. Guérin.
P. L. — P. Lemoine.
P. V. — P. Vayssières.
R. T. — R. Troude.
S. R. — Secrétariat de la Rédaction.
S. V. — S. Veil.